



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií ■

Zabezpečovací systém pomocí mobilního telefonu

Magisterský projekt

Studijní program: N2610 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1802T007 – Informační technologie

Autor práce: **Bc. Tomáš Moravec**

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Chaloupka, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechatronics, Informatics
and Interdisciplinary Studies ■

Security system using a mobile phone

Project report

Study programme: N2610 – Electrical Engineering and Informatics

Study branch: 1802T007 – Information Technology

Author: **Bc. Tomáš Moravec**

Supervisor: doc. Ing. Josef Chaloupka, Ph.D.



Tento list nahrad' te
originálem zadání.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na můj magisterský projekt se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasa- huje do mých autorských práv užitím mého magisterského projektu pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li magisterský projekt nebo poskytnu-li licenci k jeho využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Magisterský projekt jsem vypracoval samostatně s použitím uve- dené literatury a na základě konzultací s vedoucím mého magis- terského projektu a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elek- tronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji vedoucí práce panu doc. Ing. Josefu Chaloupkovy, Ph.D. za odborné vedení a poskytnuté informace při zpracování magisterského projektu.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou zabezpečovacího systému, postaveného na platformě Arduino, řízeného z desktopové aplikace a s možností monitorování pomocí mobilní aplikace. Komunikace mezi zabezpečovacím systémem a mobilní aplikací má být realizována pomocí mobilního telefonu. V úvodu jsou definovány základní pojmy a požadované vlastnosti, na jejichž základě byly objednány jednotlivé komponenty. První část práce je věnována snaze o využití mobilního telefonu, jako prostředníka pro připojení do mobilní datové sítě. Tato cesta se ukázala jako slepá a byla tedy zvolena druhá alternativa, komunikace pomocí samostatného GPRS modulu. Výstupem práce je firmware, který řídí zabezpečovací systém a zajišťuje komunikaci, a desktopová aplikace pro úplné řízení zabezpečovacího systému. Poslední část, tedy mobilní aplikace zůstává nedokončená.

Abstract

Obsah

Seznam zkratek	9
1 Úvod	10
2 Zabezpečovací systém	11
2.1 Ústředna	11
2.2 Ovladač	11
2.3 Detektor	11
2.4 Komunikátor	12
3 Požadované vlastnosti a zvolené komponenty	13
3.1 Hardware	13
3.1.1 Ústředna	13
3.1.2 Detektory	13
3.1.3 Komunikátor	14
3.2 Software (Ovladač)	14
3.2.1 Desktopová aplikace	14
3.2.2 Mobilní aplikace	15
4 Hardware a firmware	16
4.1 Využití mobilního telefonu	16
4.1.1 První rozbor	16
4.1.2 Kontaktování výrobce	16
4.1.3 Hlubší rozbor	16
4.1.4 Závěr rozboru	16
4.2 Zapojení	16
4.2.1 Blokové schéma	16
4.2.2 Výsledný prototyp	16
4.3 Firmware	16
4.3.1 Komunikace	16
4.3.2 Notifikace	16
5 Desktopová aplikace	17
6 Mobilní aplikace	18

7	Softwarový návrh	19
7.1	Programovací jazyk	19
7.2	Vývojové prostředí Arduino	19
7.3	Hlavička programu	20
7.4	Hlavní funkce programu	20
7.4.1	Inicializace (setup)	20
7.4.2	Hlavní smyčka (loop)	21
7.5	Funkce v režimu GSM	21
7.5.1	Rozpoznání nové SMS (recognizeSmsNew)	21
7.5.2	Rozpoznání hlavičky SMS (recognizeSmsHeader)	21
7.5.3	Rozpoznání obsahu SMS (recognizeSmsContent)	22
7.5.4	Vykonání obsahu SMS (executeSmsContent)	22
7.5.5	Odeslání SMS (sendSMS)	22
8	Závěr	23
	Literatura	23
A	Obsah přiloženého CD	27

Seznam zkratek

SMS	Short message service, služba krátkých textových zpráv
GSM	Groupe Spécial Mobile, globální systém pro mobilní komunikaci
GPRS	General Packet Radio Service, služba pro přenos dat v mobilní síti
IDE	Integrated development environment, integrované vývojové prostředí
LED	Light-Emitting Diode, dioda emitující světlo
PIR	Passive infrared sensor, infračervený sensor pohybu
LAN	Local Area Network, místní počítačová síť
GBS	Glass break detector, detektor rozbití skla

1 Úvod

Téma bylo vypsáno doc. Ing. Josefem Chaloupkou, Ph.D. a zaujalo mne díky své tématické návaznosti na mou bakalářskou práci s názvem „Koncept nízkonákladového sledovacího zařízení pro osobní automobily“ [1]. V bakalářské práci jsem se věnoval vývoji sledovacího zařízení založeného na platformě Arduino, které bylo komunikovalo pomocí SMS zpráv s mobilním telefonem. Dalším logickým krokem pro mne bylo, jak uvádím v závěru své bakalářské práce, řízení z desktopové aplikace, případně z mobilní aplikace, skrze mobilní datovou síť. Po konzultaci s vedoucím jsem byl obeznámen s tím, že tato práce mi nejen umožní navázat na předešlou práci bakalářskou, ale i prozkoumat možnosti využití starých, levných a nepoužívaných mobilních telefonů, jako náhradu za mnohdy drahé GPRS moduly. Nadchla mě myšlenka, že by bylo možné vzít starý nepoužívaný telefon, který má mnoho lidí ve vlastnictví, z důvodu neustálého obměňování za nejnovější modely, a nalézt pro něj smysluplné využití. Proto jsem se ihned přihlásil o toto zadání.

2 Zabezpečovací systém

Zabezpečovací systém, někdy také elektronická zabezpečovací signalizace, je zařízení, které vizuálně nebo akusticky vyhlašuje poplach a dává na vědomí, že nastaly nějaké potíže nebo došlo ke splnění sledované podmínky [2]. Jde tedy o zařízení, které slouží k ochraně osob a majetku. Systém je řízen ústřednou a může se spustit analogovou (např. dveřní čidlo) i digitální (detektor pohybu) detekcí. Komunikace mezi detektory a ústřednou může být vedena kabelem, bezdrátově anebo kombinací předešlých způsobů, tj. jeden detektor může být připojen kabelem a druhý bezdrátově [3].

2.1 Ústředna

Ústředna je „mozek“ celého systému, který je propojen s ostatními prvky systému kabelem nebo bezdrátově. Obstarává komunikaci mezi jednotlivými komponenty systému, má v integrované paměti uložené nejdůležitější nastavení [3]. V závislosti na připojených komponentech pak může různě reagovat na splnění sledovaných podmínek. Často bývá vybavena jenom tím nejnutnějším pro vyvolání poplachu, to ať už akustického (siréna), nebo tichého (informování majitele) [2].

2.2 Ovladač

Ovladač je prvek, který slouží k ovládání a případně též k programování ústředny. Dnešní alarmy je možné ovládat několika způsoby. Jako ovladač se nejčastěji používá klávesnice vybavená tlačítky, případně čtečkou (čipovými kartami a přívěšky) nebo též dálkové ovládání. U některých systémů se dá přes klávesnici provést nastavení celého systému. Klávesnice slouží k zastřežení i odstřežení systému [4]. Dalšími způsoby je ovládání přes internet, kdy se většinou používá integrované webové rozhraní, ke kterému se uživatel může připojit po zadání hesla, nebo ovládání přes mobil (SMS příkazy) [1].

2.3 Detektor

Detektor je prvek systému, který je rozmístěn v hlídaném objektu a má za úkol reagovat aktivací při narušení (otevření, pohyb, rozbití atd.) a to tak, že tuto informaci předají ústředně, která ji následně zpracuje [4]. Nejčastěji používané detektorové prvky jsou:

- Magnetický kontakt (dveřní čidlo)
- Detektor pohybu (PIR detektor)
- Detektor tříštění skla (GBS detektor)
- Detektor plynu
- Infra závora

2.4 Komunikátor

Komunikátor je zařízení, které předává mimo objekt informaci o narušení objektu, případně o odchylce od normálního provozního stavu zabezpečovacího systému [4]. Nejčastější typy komunikátorů jsou:

- GSM komunikátor
- LAN komunikátor
- Telefonní komunikátor
- Komunikátor využívající radiové sítě s vyhrazenou frekvencí

3 Požadované vlastnosti a zvolené komponenty

V následující části se zaměřím na požadované vlastnosti zabezpečovacího zařízení a jaké komponenty byly na jejich základě zvoleny.

3.1 Hardware

Z úvodní části je jasné, že kompletní zabezpečovací systém musí obsahovat detektory, komunikátor a ústřednu. Rozebereme si tedy jednotlivé části.

3.1.1 Ústředna

Požadavky na ústřednu jsou takové, že musí být schopná komunikovat jak s desktopovou aplikací, tak s mobilní aplikací a zároveň musí řídit a zpracovávat jednotlivé komponenty. Zadání informuje o použití vývojové platformy Arduino, která je se svými periferiemi a čipem Atmega, více než vhodnou pro tyto účely. Firmware pro ústřednu bude psán v jazyku C a C++ s nadstavbou Wiring (knihovny pro řízení hardwaru) [5], vývojové prostředí Visual Studio 2017 s rozšířením Visual Micro [6]. Arduino Uno bylo zakoupeno v obchodu arduino-shop.cz.

Zvolená ústředna:

- Arduino Uno Rev3 (700 Kč s DPH)

3.1.2 Detektory

Požadavky nejsou kladeny pouze na samotné detektory, ale také na spínače, kterými bude možné spínat různá zařízení. Jako spínací prvky není nutné volit jednotlivé komponenty, stačí připravit implementaci jejich spínání. V případě detektorů musí být možné připojit libovolný detektor, který lze nastavit jako spínací (normálně rozepnutý), nebo rozpínací (normálně sepnutý). Pro testovací účely byly zvoleny dva detektory, každý jednoho typu. Sensor PIR byl objednáán z číny.

Zvolené detektory:

- Dveřní čidlo (rozpínací), (poskytl vedoucí)

- PIR detektor (spínací), (25 Kč s DPH)

3.1.3 Komunikátor

Požadavek na komunikátor je přenos dat do počítače a přes mobilní data. Zadání jako hlavní komunikátor určuje mobilní telefon, pomocí kterého máme umožnit ústředně datové přenosy. Zvolen byl nový a zároveň nejlevnější mobilní telefon na trhu, který byl zakoupen z obchodu Alza.cz. Pro případ neúspěchu, při získávání zdrojů mobilního telefonu, byla zvolena alternativa v podobě GSM/GPRS modulu, který byl zakoupen z Číny, dodací doba této součástky, stejně jako na všechny ostatní, byla přes jeden kalendářní měsíc.

Zvolené komunikátory:

- Mobilní telefon STK R45i Black (449 Kč s DPH)
- GSM/GPRS modul (290 Kč s DPH)

3.2 Software (Ovladač)

Výše zmíněné prvky musí být řízeny ovladačem, v mém případě aplikací jak desktopovou tak mobilní. Proto bude následující část rozdělena do těchto dvou částí.

3.2.1 Desktopová aplikace

Na desktopovou aplikaci jsou kladeny požadavky tak, aby byla schopna využít všech možností, které nám ústředna poskytuje. Musí být schopna kompletní správy a nastavení jednotlivých komponent (spínače a senzory) a tím pádem i komunikaci s ní. Cílový operační systém jsem si zvolil Windows 10, jakožto ve škole nejrozšířenější, programovací jazyk C# a vývojové prostředí Visual Studio 2017. Jednotlivé požadavky kladené na desktopovou aplikaci lze nalézt níže.

Požadavky na desktopovou aplikaci:

- Sledování aktuálních stavů komponent
- Přidávání nových komponent
- Odstraňování stávajících komponent
- Přejmenování komponent
- Změna pinů komponent
- Změna nastavení senzorů jako spínacích či rozpínacích
- Notifikace v případě změny stavů senzorů

- Přepínání stavů spínačů
- Připojování a odpojování ke zvolené ústředně

3.2.2 Mobilní aplikace

Mobilní aplikace je učena pouze jako monitorovací zařízení, ze kterého bude možné sledovat stavy jednotlivých senzorů, případně spínač spínače. Její návrh je tedy značně jednodušší oproti komplexnější desktopové aplikaci. Cílový operační systém jsem zvolil Android, jakožto nerozšířenější, programovací jazyk Java a vývojové prostředí a Android Studio.

Požadavky na mobilní aplikaci:

- Sledování aktuálních stavů komponent
- Přepínání stavů spínačů
- Připojování a odpojování ke zvolené ústředně

4 Hardware a firmware

4.1 Využití mobilního telefonu

4.1.1 První rozbor

4.1.2 Kontaktování výrobce

4.1.3 Hlubší rozbor

4.1.4 Závěr rozboru

4.2 Zapojení

4.2.1 Blokové schéma

4.2.2 Výsledný prototyp

4.3 Firmware

4.3.1 Komunikace

4.3.2 Notifikace

5 Desktopová aplikace

6 Mobilní aplikace

7 Softwarový návrh

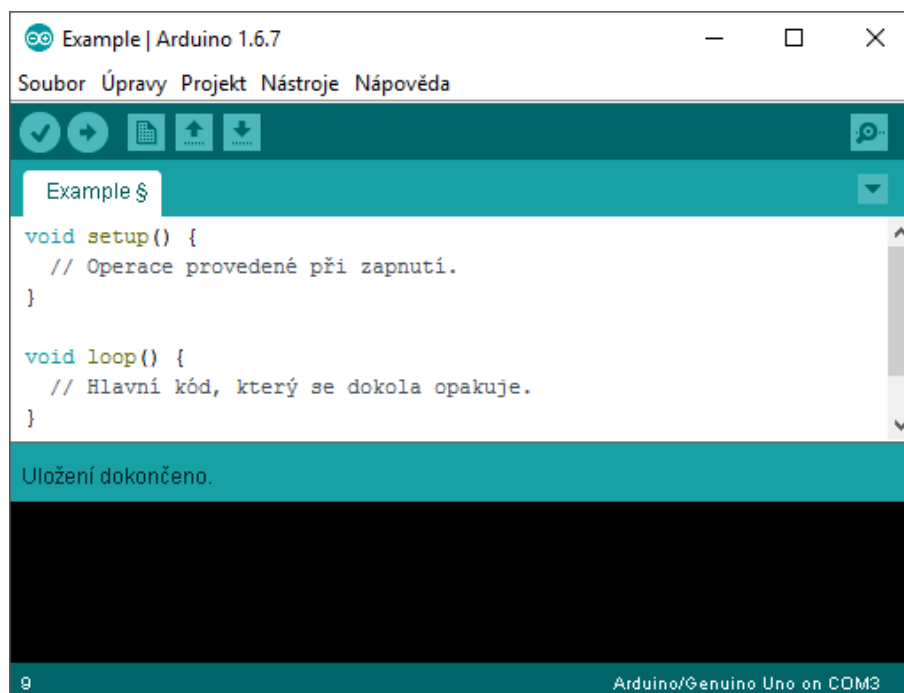
V programové části se nejdříve zaměřím na popis programovacího jazyka, vývojové prostředí, ve kterém bude software tvořen a dále na postupy při tvorbě jednotlivých částí, problémy se kterými jsem se u nich setkal a jakým způsobem jsem je vyřešil.

7.1 Programovací jazyk

Vývoj softwaru bude probíhat v programovacím jazyce C s nadstavbou vývojové platformy Wiring (knihovna Wire)[21], která jazyk rozšiřuje o nové příkazy, pro přímé řízení hardwarových součástek, vše zastřešeno sadou knihoven [9] (od tvůrců desky Arduino), které přidávají nové funkce, aby potenciální vývojář nepotřeboval hlubší znalosti programování a hardwaru. Tento kompletní balík příkazů [10] je někdy také nazýván programovacím jazykem Arduino [8].

7.2 Vývojové prostředí Arduino

Pro vývoj softwaru budu používat oficiální vývojové prostředí, od tvůrců desky Arduino s identickým názvem Arduino [12]. Jedná se o počítačový software s otevřeným zdrojovým kódem (open-source) [13], určený k jednoduchému psaní a nahrávání zdrojových kódů na desku. Prostředí lze nainstalovat na operační systém Windows, MAC a Linux. Z vlastní zkušenosti vyjmenuji výhody, mezi které patří zvýraznění a barevné rozlišení jednotlivých příkazů, plná podpora vývojové platformy Wiring, podpora všech oficiálních i neoficiálních desek Arduino, zabudovaný klient pro komunikaci na sériové lince a dalších funkce. Nevýhodou je absence předvídání a dokončování kódu (predikce), nápověda při volání částí programu (funkcí, knihoven atd.), nemožnost krokování programu a velice obecné chybové hlášky, kvůli kterým je náročné odhalit případné chyby.



Obrázek 7.1: Ukázka z vývojového prostředí Arduino

7.3 Hlavička programu

V hlavičce jsou definovány všechny globální proměnné, které jsou určeny primárně ke změnám pomocí příkazů SMS. Především se ale v této části nachází textové řetězce, které jsou na jednom uceleném místě, určené například k jednoduchému rozšíření do jiného jazyka, nebo k úpravám již stávajících testových řetězců.

7.4 Hlavní funkce programu

Pod hlavičkou programu se nachází zdrojové kódy, které tvoří jádro celého programu, hlavními částmi jsou inicializace (setup), která slouží pro uvedení do výchozího stavu a smyčka (loop), která dle situace volá ostatní podprogramy (funkce). Níže detailně popíši všechny funkce hlavního programu, jaký je jejich účel, jaké mají vstupní parametry a co je jejich výstupem.

7.4.1 Inicializace (setup)

Inicializace slouží k uvedení zařízení do výchozího stavu a načtení nastavení a dat z paměti. Jako první se nastaví všechny piny, které se budou používat jako výstupní, dále se všechny piny, používané pro signalizaci diodami LED, nastaví do logické nuly. Je zahájen komunikační rámec seriové linky, pro komunikaci s modulem GPS/GSM/GPRS, popřípadě s počítačem, který slouží pro monitorování stavu.

Následuje přepnutí řídicích pinů do logické jedna, které znamenají, aby se modul připojil do sítě. Nakonec je zařízení přepnuto do režimu GSM, zavoláním funkce `changeMode`, s textovým parametrem `GSM`. Funkce pracuje pouze s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

7.4.2 Hlavní smyčka (loop)

Hlavní smyčka je jádrem, které spojuje všechny funkce do jednoho celku, zastřešuje jejich funkčnost a zajišťuje vzájemnou provázanost. Kód je rozdělen na části podle režimu modulu, pokud je v režimu GSM, čeká na příchozí komunikaci. Pokud jí obdrží, načte kompletně jeden komunikační rámec a poté ověří, zda se jedná o SMS, pokud ano, jsou volány postupně další funkce, které načtou hlavičku, obsah a nakonec požadavek v obsahu těla SMS vykonají. Druhá část je částí GPS, kdy se čeká pouze na plně načtená data z přerušení. Pokud jsou data kompletní, začne zpracování a výpočet validních dat GPS, pokud jich je dostatek a je ověřena jejich validita, je modul přepnut do režimu GSM a předá mu informace o poloze. Funkce pracuje pouze s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

Vstupní parametr funkce:

- textový řetězec `String` s kompletním příkazem pro modul.

7.5 Funkce v režimu GSM

Níže detailně popíši všechny funkce režimu GSM, jaký je jejich účel, jaké mají vstupní parametry a jaká je jejich návratová hodnota.

7.5.1 Rozpoznání nové SMS (`recognizeSmsNew`)

Funkce obstarává zjištění, zda v režimu GSM dorazila nová SMS, to dává modul navědomí textovým řetězcem `+CMTI`, viz softwarová dokumentace [27]. Po registrování nové SMS je modulu zaslána žádost `AT+CMG=1` [27], která slouží k vyžádání hlavičky a těla textové zprávy. Funkce pracuje s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

7.5.2 Rozpoznání hlavičky SMS (`recognizeSmsHeader`)

Pokud byla obdržena nová SMS, očekává se přijetí, její hlavičky. Pokud tak nastane, je z hlavičky vyčteno telefonní číslo odesílatele, na které bude později odeslána odpověď SMS. Číslo je uloženo do globální proměnné a je nastaven příznak čtení SMS, tedy značí, že je program připraven číst obsah. Funkce pracuje pouze s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

7.5.3 Rozpoznání obsahu SMS (recognizeSmsContent)

Po rozpoznání hlavičky SMS a nastavení příznaku čtení, je očekáván obsah zprávy. Modul posílá zprávu ihned po hlavičce, ale v případě, že by se tak nestalo, proběhne ověření, zda se opravdu jedná o zprávu SMS zkontrolováním obsahu zprávy, zda není prázdný (znak nového řádku vždy chodí před příkazem) a zda je nastaven příznak čtení. Poté jsou příchozí data vyčtena a označena za tělo zprávy SMS. Funkce pracuje pouze s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

7.5.4 Vykonání obsahu SMS (executeSmsContent)

V případě, že je zpráva kompletní, je zavolána funkce pro vykonání obsahu SMS. Zde je textový řetězec ve zprávě SMS, dle jazyka, porovnáván s textovými řetězci v globálních proměnných, kde se ověřují pouze znaky, nezáleží tedy zda jsou písmenka malá, nebo velká. Pokud obsah sedí do jednoho z definovaných textů, je vykonán požadavek. Například pokud bude přijata zpráva „Kde jsi?“, bude obratem odeslána odpověď: „Probíhá lokalizace, poloha bude zaslána během několika minut“, odesláním textu do funkce sendSMS(), následně je modul přepnut do režimu GPS a tím ukončena činnost této části kódu. Funkce pracuje pouze s globálními proměnnými a nevrací žádný výstup.

7.5.5 Odeslání SMS (sendSMS)

Funkce přepne modul do textového režimu, bude tedy očekávat odeslání textového řetězce, dále odešleme informaci pro odeslání SMS na telefonní číslo, uvedeném v příkazu. Čekáme na odpověď, když dorazí, je modul v režimu přijímání textu a jeho ukončení je možné pouze kombinací kláves CTRL+C, tato klávesová zkratka má naštěstí svou hodnotu v tabulce ASCII, tedy hodnotu 42. Funkce odešle všechny text, který obdržela na vstupu v textovém řetězci, poté je odeslán ukončovací příznak CTRL+C. Tím je SMS zpráva úspěšně odeslána do modulu, který již dále převezme režii, separovaně od úloh řídicí jednotky. Mezi každým krokem jsou nastaveny časové intervaly, definované v hlavičce, které slouží jako doba, kterou má modul na odpověď našeho požadavku. Funkce nevrací žádný výstup.

8 Závěr

V rešeršní části jsem definoval sledovací zařízení, seznámil jsem se s jeho historií i současností a definoval jsem vlastní požadované vlastnosti, které pro mě hrají důležitou roli při tvorbě zmíněného zařízení. Nakonec jsem se seznámil s platnými standardy a technickými předpisy související s tématem práce. Průzkumem trhu jsem vytvořil kategorie sledovacích zařízení, dle jejich cenových hladin a vlastností těmto hladinám vlastním. Definoval jsem ideální nízkonákladové zařízení, kdy jsem každé požadované vlastnosti přiřadil maximální počet bodů a poté jsem vyhodnotil nej kvalitnější, mnou vybrané konkurenční výrobky, kterým jsem udělil příslušný počet bodů v každé kategorii, kdy zařízení s nejvyšší cenou získalo nejvyšší počet bodů (72/100) a zařízení s cenou nejnižší, získalo bodů nejméně (50/100).

Na základě častých konzultací s vedoucí práce, jsem navrhl koncept cílového zařízení, doporučil realizační postupy, vybral hardware, nebo uvedl více možností jeho výběru, kterými může být dosaženo výsledného zařízení. Následně jsem zvolil komunikační prostředky a architekturu jednotlivých komponentů. Nakonec jsem pro koncept vybral vhodné osazení ve voze a vytvořil blokové zapojení komponentů. Vše jsem pečlivě vybíral tak, aby byla výrobní cena co nejnižší, nejlépe aby se držela pod hranicí 1 000 Kč, ale vlastnosti dosahovaly ideálního sledovacího zařízení.

Na základě konceptu jsem zvolil nejvhodnější komponenty pro vývoj prototypu, které jsem následně zakoupil. Nastudoval jsem použitý programovací jazyk, včetně knihoven, které jsem později použil ve svém kódu. Před psaním kódu jsem popsal programové prostředí, ve kterém bude vývoj probíhat, po dopsání vlastního kódu jsem podrobně popsal všechny funkce programu, jejich možnosti, vlastnosti, vstupní parametry a návratové hodnoty.

Funkční prototyp jsem otestoval v běžném provozu, kdy 14 dní nepřetržitě běželo bez jediného pádu či problému a poté jsem testování ukončil. Dále jsem změřil spotřebu jednotlivých komponentů i celého zařízení a naměřil teoretickou výdrž až 200 dní nepřetržitého provozu, při použití s nejslabší používanou autobaterií o kapacitě 50 Ah, která po celou dobu nebude dobíjena.

Nakonec jsem své zařízení ohodnotil stejnou metodikou, kterou jsem použil pro hodnocení konkurenčních výrobků, přičemž mé sledovací zařízení získalo 92 bodů.

Vývoj sledovacího zařízení má před sebou ještě dlouhou cestu do finální podoby, ale věřím, že v práci budu pokračovat a vše dokončím dle mých původních představ.

Literatura

- [1] MORAVEC, Tomáš. Koncept nízkonákladového sledovacího zařízení pro osobní automobily: The concept of a low cost tracking device for personal cars. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2016.
- [2] Security alarm. Wikipedia [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Security_alarm
- [3] Elektronické zabezpečovací systémy [online]. , 1 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.ezasys.cz/elektronicke-zabezpecovaci-systemy/>
- [4] Elektronická zabezpečovací signalizace. Wikipedia [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A1_zabezpe%C4%8Dovac%C3%AD_signalizace
- [5] Wiring [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://wiring.org.co/>
- [6] Visual Micro [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.visualmicro.com/>
- [7] A Guide To The Global Positioning System. Radioshack [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: http://support.radioshack.com/support_tutorials/gps/gps_tmline.htm
- [8] Arduino introduction. Arduino [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [9] Arduino libraries. Arduino [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>
- [10] Arduino programming language. Arduino [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>
- [11] ARDUINO LLC. Arduino Schematic [online]. 1 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf
- [12] Arduino software. Arduino [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

- [13] Arduino source code. GitHub [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://github.com/arduino/Arduino/tree/1.6.8>
- [14] ATMEL CORPORATION. ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P Datasheet [online]. 2015, 660 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf
- [15] Geographic coordinate system. Wikipedia [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_coordinate_system
- [16] Global Positioning System. Wikipedia [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [17] GPS/GPRS/GSM Module V3.0 (SKU:TEL0051). DFRobot Wiki [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: [http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Module_V3.0_\(SKU:TEL0051\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Module_V3.0_(SKU:TEL0051))
- [18] DFROBOT. GSM+GPRS+GPS V3.0 schematic [online]. Shanghai, 2013, 1 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.dfrobot.com/image/data/TEL0051/GSM+GPRS+GPS%20SIM908%20V3.0.pdf>
- [19] STOFFREGEN, Paul. I2cdevlib - MPU6050 [online]. 2012, 2016-04-07 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://github.com/jrowberg/i2cdevlib/tree/master/Arduino/MPU60-50>
- [20] SATRAPA, Pavel. LaTeX pro pragmatiky [online]. 2011, 87 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.nti.tul.cz/~satrapa/docs/latex/latex-pro-pragmatiky.pdf>
- [21] ARDUINO LLC. MPU-6050 Accelerometer + Gyro [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050>
- [22] DALY, P. Navstar GPS and GLONASS [online]. 1993 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=285510>
- [23] CSR PLC. NMEA Reference Guide [online]. 2. Cambridge: CSR plc, 2011, 50 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.inventeksys.com/wp-content/uploads/2012/05/NMEA-Reference-Manual-CS-129435-MA-2.pdf>
- [24] SIRF TECHNOLOGY, INC. NMEA Reference Manual [online]. 2.1. San Jose., 2007, 27 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <https://www.sparkfun.com/datasheets/GPS/NMEA%20Reference%20Manual-Rev2.1-Dec07.pdf>
- [25] BYRNE, Jonathan. Position error with GPS/GSM v3. In: Dfrobot [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.dfrobot.com/forum/viewtopic.php?f=2&t=1528&p=7729#p7693>

- [26] VODA, Zbyšek. Průvodce světem Arduina [online]. Vydání první. Bučovice: Martin Stríž, 2015 [cit. 2016-05-07]. ISBN 978-80-87106-90-7.
- [27] SIMCOM WIRELESS SOLUTIONS. SIM908 AT Command Manual [online]. Jinzhong, 2011, 249 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.dfrobot.com/image/data/TEL0051/3.0/SIM908_AT%20Command%20Manua_V1.01.pdf
- [28] SIMCOM WIRELESS SOLUTIONS. SIM908 Hardware Design [online]. 2. Jinzhong, 2012, 53 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.niplesoft.net/blog/wp-content/uploads/2016/02/SIM908-Hardware-Design-V2.00-1.pdf>
- [29] Software Reset Library for Arduino. GitHub [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://github.com/WickedDevice/SoftReset>
- [30] SATRAPA, Pavel. Stručný přehled příkazů LaTeXu [online]. 2011, 2 s. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.nti.tul.cz/~satrapa/docs/latex/latex-prehled.pdf>
- [31] The global positioning system: a shared national asset : recommendations for technical improvements and enhancements. Washington, D.C.: National Academy Press, 1995. ISBN ISBN 0-309-05283-1.
- [32] What is a GPS? How does it work? Library of congress [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.loc.gov/rr/scitech/mysteries/global.html>

A Obsah přiloženého CD

Struktura a obsah adresářů je následující:

/Dokumentace

Text bakalářské práce ve formátu pdf.

/Software

Zdrojové kódy rozděleny do více kategorií.

/Software/Dokumentace (Datasheets)

Softwarová a hardwarová dokumentace použitých součástek.

/Software/Komunikační software (Hyper-Terminal)

Komunikační software, sloužící pro ladění sledovacího zařízení z počítače.

/Software/Nepoužité zdrojové kódy (Testovací)

Zdrojové kódy, sloužily jako testovací, nebo zatím nejsou potřeba (akcelerometr).

/Software/Software

Hlavní software, nahraný ve sledovacím zařízení.