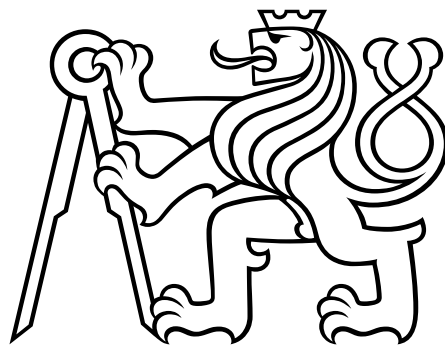


**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2021

PETR DOBEŠ



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra informačních a komunikačních technologií v lékařství

**Implementace chytrých hodinek
Sograce H16 do stávajícího asistivního
systému monitorování seniorů**

**Implementation of smart watch
Sograce H16 into the existing assistance
system for monitoring seniors**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika
Studijní obor: Informační a komunikační technologie v lékařství

Autor bakalářské práce: Petr Dobeš
Vedoucí bakalářské práce: Ing. David Gillar

Kladno 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dobeš** Jméno: **Petr** Osobní číslo: **478177**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra informačních a komunikačních technologií v lékařství**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Informační a komunikační technologie v lékařství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Implementace chytrých hodinek Sograce H16 do stávajícího asistivního systému monitorování seniorů

Název bakalářské práce anglicky:

Implementation of smart watch Sograce H16 into the existing assistance system for monitoring seniors

Pokyny pro vypracování:

Na základě funkcí, které hodinky Sograce H16 umožňují a požadavků na monitorování seniorů, vytvořte scénáře chování hodinek v aplikaci. Funkcionality: záznam polohy (GPS i BTS), stav baterie, SOS tlačítko, nastavení předdefinovaných čísel pro volání, měření aktivity, měření krevního tlaku a tepové frekvence. Do stávající serverové aplikace implementujte vytvořené scénáře. Navrhněte a vytvořte aplikaci s grafickým uživatelským prostředím, která umožní zobrazení aktuálního nastavení hodinek a následně upravení tohoto nastavení dle požadavků uživatele. Nastavení a přijatá data z hodinek ukládejte do databáze. Pro celý systém navrhněte na základě vytvořených scénářů testovací provoz, který poběží minimálně tři týdny a do systému bude zapojeno minimálně 8 hodinek, následně tento testovací provoz statisticky vyhodnoťte. Všechny zdrojové kódy verzujte na git, který dodá vedoucí.

Seznam doporučené literatury:

- [1] TROELSEN, Andrew, JAPIKSE Philip, Pro C# 7: With .NET and .NET Core, ed. 8, Apress, 2017, ISBN 9781484230176
- [2] MAKOFKSKE, David B., DONAHOO Michael J., CALVERT Kenneth L., TCP/IP sockets in C#: practical guide for programmers, ed. 1, Elsevier, 2004, ISBN 9780124660519

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. David Gillar

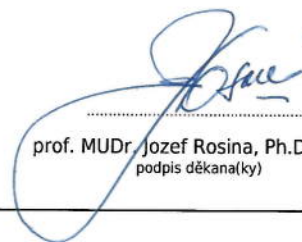
Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **03.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**



doc. Ing. Karel Hána, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry



prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

13. 5. 2021

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Implementace chytrých hodinek Sograce H16 do stávajícího asistivního systému monitorování seniorů“ vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Kladno

.....
Petr Dobeš

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Davidu Gillarovi za cenné rady, které mi poskytl při zpracování této práce, ochotu, trpělivost a veškerý věnovaný čas. Dále bych rád poděkoval PhDr. Pavlu Mužíkovi, Ph.D. za pomoc při organizaci a zpracování testovací části této práce.

ABSTRAKT

Implementace chytrých hodinek Sograce H16 do stávajícího asistivního systému monitorování seniorů

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout a vyvinout softwarové řešení na míru vybraného zařízení, chytrých hodinek Sograce H16, které by dovedlo co nejvíce využít jeho funkcionalitu, jež zahrnuje sledování polohy, SOS tlačítko, snímač pádu, telefonní seznam, datové hlasové zprávy, budíky, měření krevního tlaku a tepové frekvence a krokoměr. Řešení sestává ze serverové komunikační aplikace včetně systému konfigurace zařízení a scénáře stavu nouze, úložiště dat a grafické aplikace pro správu zařízení. Spojením existujícího hardwaru a vlastního softwaru vzniknul základní systém, který může pomoci zabezpečit každodenní život seniora.

Klíčová slova

chytré hodinky, buňková síť, určování polohy, vzdálené sledování

ABSTRACT

Implementation of smart watch Sograce H16 into the existing assistance system for monitoring seniors

The main aim of this thesis was to design and develop a software solution tailored for a chosen device, Sograce H16, which can utilize most of its functions, including remote position tracking, SOS button, fall-down sensor, phonebook, data voice messaging, alarms, blood pressure and heart rate measurement and pedometer. The solution consists of server communication application with settings management system and scenario of emergency state, data storage and graphical application for device management. By combination of existing hardware and custom software a basic system was created, which could help in securing everyday life of seniors.

Keywords

smartwatch, cell network, positioning, remote tracking

Obsah

Seznam zkratk	2
Úvod	3
Kapitola 1 Teoretický rozbor	4
1.1 Uživatel a výběr zařízení	4
1.2 Určování zeměpisné polohy	5
1.2.1 Družicové polohové soustavy (GNSS)	5
1.2.2 Buňková mobilní síť	6
1.2.3 Mikrovlnné sítě	7
1.3 Přenos dat	8
Kapitola 2 Přehled současného řešení	9
2.1 Sograce H16	9
2.1.1 Technické parametry	9
2.1.2 Funkce zařízení	10
2.2 Amber360	11
2.3 Závěr	12
Cíle práce	13
Kapitola 3 Návrh systému	14
3.1 Rozbor požadavků	14
3.1.1 Serverová aplikace	14
3.1.2 Uživatelská aplikace	15
3.2 Základní architektura	15
3.3 Serverová aplikace	16
3.3.1 Komunikace s hodinkami	16
3.3.2 Ukládání, správa a výměna nastavení	17
3.3.3 Scénář chování	19
3.4 Úložiště dat	19
3.5 Uživatelská aplikace	21
3.5.1 Horní lišta	21
3.5.2 Postranní lišta	21
3.5.3 Hlavní obsah	21

3.5.4	Dolní část	22
3.5.5	Okno – výpis událostí.....	23
Kapitola 4	Implementace.....	24
4.1	Serverová aplikace	24
4.1.1	Změna nastavení	24
4.2	Uživatelská aplikace	25
4.2.1	Vyhledávání.....	26
4.2.2	Panel listů	26
4.2.3	Výpis událostí.....	26
4.2.4	Zobrazení a změna nastavení	27
4.2.5	Vynášení polohy na mapu.....	27
4.2.6	Ukázka aplikace	28
Kapitola 5	Uživatelská dokumentace	30
5.1	Uživatelská aplikace	30
5.1.1	Správa listů.....	30
5.1.2	Správa zařízení	30
5.1.3	Správa událostí	31
5.1.4	Okno Výpis událostí	31
5.2	Sograce H16.....	32
5.2.1	Uvedení do chodu	32
5.2.2	Nastavení APN	32
5.2.3	Nastavení odesílání dat na vlastní server	34
Kapitola 6	Testování	35
6.1	Sograce H16.....	35
6.1.1	Výdrž baterie	35
6.1.2	Přesnost snímače TK a TF.....	35
6.2	Scénář.....	36
6.3	Serverová aplikace	37
6.4	Uživatelská aplikace	37
Závěr		38
Seznam použité literatury		39
Příloha A: Obsah příloženého CD		40

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
APN	Access Point Name
BTS	Base Station Subsystem
CR	Carriage Return
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
LF	Line Feed
MAC	Media Access Control
RSSI	Received Signal Strength Indicator
TCP	Transmission Control Protocol
TF	Tepová frekvence
URI	Uniform Resource Identifier

Úvod

Na světě žijí miliony osamělých seniorů, kteří jsou odkázáni jen sami na sebe a kteří se mohou v životě opřít nejvýše o pomoc sousedů a kolemjdoucích. Na takovou pomoc se ovšem nelze spoléhat a není jisté, že se člověku v tísni dostane pomoci na každém místě, za každé situace.

Jedním z východisek je najmutí si asistenční služby, kterou péče o takové lidi naplňuje. Bohužel na světě není tolik obětavých lidí, kteří by s nimi mohli po celý den trávit čas. Proto se takové služby musejí potýkat s problémem, jak svým klientům zajistit pomoc kdykoliv a kdekoliv. Cenným pomocníkem tu jsou samozřejmě mobilní telefony, avšak ani ten nemusí nabídnout jednoduché kontaktování toho správného místa a navíc neposkytne údaj o poloze člověka ocitnuvšího se v nesnázích. Ten umí s nižší přesností určit pouze mobilní operátor, potažmo složky záchranného sboru. Jednou z možností je použití specializovaného přenosného SOS zařízení.

Pomyslíme-li na otázku vytvoření systému pro sledování, ať už míříme na osoby, zvířata či věci, a rozhodneme se této úlohy zhostit, musíme už od počátku v obrysech uvažovat o celé budoucí soustavě jako o celku, od sledovaného, přes sledovací zařízení (a podstaty jeho činnosti), datový přenosový řetězec, až po obrazovku počítače a konečného pozorovatele. Potřebujeme přesně znát potřeby a požadavky osob na obou koncích systému, být zasvěceni do jejich každodenního života nebo práce a být obeznámeni s podmínkami, ve kterých se bude daný přístroj či software provozovat. V neposlední řadě je nezbytné se zabývat i otázkou bezpečnosti celé soustavy, neboť zeměpisná poloha je bezesporu údajem velice citlivým a zneužitelným.

Má práce je zjednodušená tím, že sledovací zařízení bylo již předem vybráno, jakož i cílové skupiny (sledovaná a ta, jež ji pozoruje). Na druhou stranu jakékoliv použití hotové součásti může být v mnohých ohledech svazující, třeba v otázce již zmíněné bezpečnosti.

V této práci se budu zabývat návrhem a následným vývojem základního sledovacího systému tvořeného na míru volně dostupného výrobku čínské společnosti Sograce – chytrých hodinek H16, a určeného pro potřeby asistenční služby, jejíž náplní je dnem i nocí bdít, aby zabezpečila každodenní život klienta, seniora.

Kapitola 1

Teoretický rozbor

V této i v dalších kapitolách budu popisovat jednotlivé části systému od hodinek a metod určování polohy, přes server, úložiště dat, až po nastavení hodinek a jejich obsluhu samotným uživatelem. Jako první zmíním kritéria pro výběr vhodného zařízení s ohledem na cílovou skupinu uživatelů.

1.1 Uživatel a výběr zařízení

Cílovou sledovanou skupinou jsou převážně senioři, případně jiné osoby trpící rozličnými chorobami, zejména demencí, a kteří většinou žijí někde sami doma. Z toho je nutné vycházet při následném návrhu nebo výběru vhodného zařízení. U osob z výše pospaných skupin, lze předpokládat zhoršený zrak, sluch, může ustupovat jemná motorika a stejně jako v ostatních věkových kategoriích je možné pozorovat širokou škálu způsobů žití. Jedni tráví většinu času doma, třeba i kvůli postižení, druzí aktivně sportují.

Použité zařízení by tedy mělo být schopné běhu z elektrické sítě, tak i do-statečné doby výdrže v terénu (alespoň pár dnů). Mělo by se dát snadno obsluhovat, a to včetně nabíjení, aby nabíjecí konektor šel snadno zapojit. Mělo by to být něco, co nebude zapomínat nosit všude s sebou. Pokud je tedy člověk už z mládí navyklý si nasazovat hodinky, mají hodinky se zabudovaným lokátorem dost dobrou šanci na úspěch. Mohlo by mít sadu čidel, pomocí níž by bylo možné rozpoznat pád, sledovat srdeční rytmus nebo spoustu dalších vítaných doplňků. Ale především, senior by se neměl stydět takové zařízení veřejně nosit, a tak je třeba mít na paměti, že řada seniorů je stále přičetná.

Shrnu-li zmíněné požadavky na zařízení, lze se dobrat přehledu

- síťový i bateriový provoz
- výdrž baterie nejméně 48 hodin
- snadná obsluha
- lidsky vyhlížející konstrukce
- určení aktuální zeměpisné polohy (nebo poskytnutí údajů potřebných k jejímu určení)
- možnost se s uživatelem naživo spojit
- doplňkové funkce jako akcelerometr, snímač TF

1.2 Určování zeměpisné polohy

Když chceme někoho sledovat, pak je zásadní problematikou to, jak zjistíme, kde se daný člověk nachází. Prvním problémem může být, jak vůbec vyjádřit polohu na mapě. Existuje celá řada souřadnicových soustav, je možné se setkat se specifickými souřadnicovými systémy na úrovni jednotlivých států nebo katastrálních území. Určitým celoplanetárním standardem je Světový geodetický systém 1984 (WGS-84), který je použit i v mém řešení.

Při vynášení polohy na mapu je taktéž potřeba si dávat pozor minimálně na další dvě věci. Jednou z nich je projekce, tedy způsob, kterým lze zachytit plochu trojrozměrné koule (planety) na dvourozměrné plátno (obrazovku počítače), tou druhou jsou prosté jednotky. Záměna jednotek sice také způsobí nesprávný výsledek, ale přinejmenším se jedná o chybu systematickou. Sestaví-li se trajektorie z jednotlivých bodů, tak i popletení jednotek nakreslí tíž (proporčně správný) pomyslný obrazec na mapě, jen na jiném místě na Zemi.

Metody určování polohy částečně vyplývají z povahy daného zařízení (nebo jeho datového přenosového média). Dále budu popisovat pouze ty, které využívají vybrané hodinky.

1.2.1 Družicové polohové soustavy (GNSS)

Na oběžné dráze Země obíhají desítky družic pro každý jednotlivý navigační systém. Každá družice pomocí systému antén neustále vysílá informaci o své poloze, parametry své oběžné dráhy, dálkoměrné kódy a časové značky. Nezbytným vybavením družic jsou přesné atomové hodiny, které využívají atomů cesia či rubidia. Z přesného času odeslání a příjmu jedné sekvence dálkoměrného kódu dokáže pasivní přijímač určit svoji vzdálenost od družice a použít ji k výpočtu své polohy. [1]

Velkou výhodou této metody je její přesnost (za dobrých podmínek) v řádu desítek až stovek centimetrů, nevýhodou energetická náročnost a nutnost přímého výhledu na oblohu pro příjem vysílání z nejméně tří družic současně.

1.2.2 Buňková mobilní síť

Je-li zařízení vybaveno GSM modemem setrvávajícím v činném stavu, může s nízkou přidanou energetickou náročností shromažďovat seznam okolních základnových stanic (BTS) mobilní sítě. Každá BTS vysílá své 4 základní identifikační údaje (kódy)

- MCC (kód země)
- MNC (kód operátora)
- LAC (kód oblasti)
- CID (kód buňky)

Každý stát má přidělené jedinečné třímístné číslo a každý mobilní operátor působící v dané zemi má přidělené jedinečné dvoumístné číslo. Určit zemi a operátora podle kódu nebývá problém, neboť jsou veřejně známé a dohledatelné. Mnohem zajímavější je možnost vůbec nahlédnout do seznamu vysílačů mobilního operátora obsahující po boku jejich přesnou zeměpisnou polohu a jejich kódové označení (CID). Informace jsou dostupné převážně na placených službách poskytujících API, kterého je možné se dotazovat vždy jen na každou jednotlivou základnovou stanici. Vyjma ojedinělé potřeby se tento model nejeví jako příliš vhodný z hlediska finančního, bezpečnostního i rychlostního.

Co když chceme vybudovat nezávislou infrastrukturu? Inu, na území České republiky lze použít databázi dostupnou na GSMweb.cz. Databáze je komunitní projekt, který sdružuje lovce signálu a vysílačů. Bez jejich skvělé práce by tato práce zřejmě nikdy nevznikla, neboť právě dovednost určení přibližné polohy z okolních BTS je jedním ze základních kamenů této práce. V zahraničí lze využít OpenCellID.org, pro přístup k celostátním seznamům ve formátu CSV je však nutná registrace a je stanoven přísný denní limit počtu stažených souborů. Je také potřeba brát ohled na to, že data mají určitou životnost a časem zastarávají

Výpočet přibližné polohy

Když už známe všechny neznámé proměnné, můžeme pomýšlet na upřesňování polohy, tedy jak vypočítat z množiny souřadnic okolních BTS a sil signálu přibližnou polohu zařízení. Tomuto procesu se často nesprávně říká „triangulace“, jedná se však spíše o „multilateraci“, neboť není znám úhel, pod kterým dopadá signál na anténu, ale jen jeho míra.

Pro výpočet přibližné polohy lze použít matematický vzorec pro vážený průměr.

```

    [
      [x1, y1, sig1],
      [x2, y2, sig2],
      ...
    ]

ws = array_sum(array_column(array, 2)); // suma všech sig

X = 0.0;
Y = 0.0;
foreach(pt in array){
  X += pt[0] * (pt[2] / ws);
  Y += pt[1] * (pt[2] / ws);
}

```

Obrázek 1: Názorný algoritmus (v pseudojazyce) pro výpočet polohy

Mějme pole polí *array* obsahující

- zeměpisnou délku (*x*)
- zeměpisnou šířku (*y*)
- sílu signálu (*sig*)

Výslednou souřadnici (*X*, *Y*) spočítáme jako sumu součinu souřadnice a váhy (síly signálu) podělenou sumou všech vah (sil signálu, *ws*).

Přesnost polohy získané multilaterací okolních BTS se nemůže rovnat přesnosti GPS, avšak oproti GPS funguje spolehlivěji uvnitř některých budov, vlaků nebo v tunelech metra.

1.2.3 Mikrovlnné sítě

V některých případech může být užitečná znalost okolních přístupových bodů bezdrátových sítí Wi-Fi nebo okolních Bluetooth zařízení. Mikrovlnné sítě hrají významnou roli v polohových systémech ve vnitřních prostorech (IPS). V této práci nebyla této metodě věnovaná velká pozornost i z důvodu, že použité zařízení odesílá pouze

- MAC adresy
- RSSI (síly signálu)

okolních Wi-Fi sítí bez jejich názvu (SSID), přičemž ani MAC adresa nemusí být jedinečná (lze ji změnit).

1.3 Přenos dat

Přenos dat je možno uvažovat ve dvou rovinách – na úrovni vrstvy fyzické nebo na transportní (či vyšší) vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Na fyzické vrstvě se řeší výběr přenosového média, respektive technologie na fyzických spojích (Ethernet, Wi-Fi, GSM¹, aj.) nebo i možností jejich kombinace. Transportní vrstva se stará o navazování a ukončování spojení mezi uzly a v závislosti na použitém protokolu zajišťuje kvalitu služeb ve vyšších vrstvách detekcí a opravou chyb během přenosu.

Použité zařízení používá pro přenos dat Transmission Control Protocol (TCP), jenž je zástupcem složitějších protokolů transportní vrstvy, které zaručují doručení dat, správnost jejich obsahu i pořadí.

Nastupující generace sledovacích zařízení (hodinek či lokátorů do aut) postupně upouští od používání prostého TCP protokolu a přechází spíše na protokoly nejvyšší, aplikační, vrstvy. Jedním z důvodů je, že se mohou starat o automatické šifrování přenášených dat. Příkladem, který v posledních letech zažívá rozmach v celém odvětví internetu věcí (IoT), je protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT).

¹ Pokud zařízení má komunikovat přes datovou službu mobilní sítě, je nutné nejprve nastavit přístupový bod (APN) mobilního operátora, aby bylo možné připojení k Internetu. Návod musí poskytnout výrobce zařízení. Parametry nastavení zveřejňuje mobilní operátor.

Kapitola 2

Přehled současného řešení

V této kapitole se zabývám popisem konkrétního vybrané zařízení pro sledování klientů asistenční služby pro seniory a originální systém od výrobce zařízení.

2.1 Sograce H16

Sograce H16 jsou chytré hodinky cílené na vzdálené sledování seniorů, které dodává čínská společnost Shenzhen Sograce Ltd.



Obrázek 2: Hodinky Sograce H16

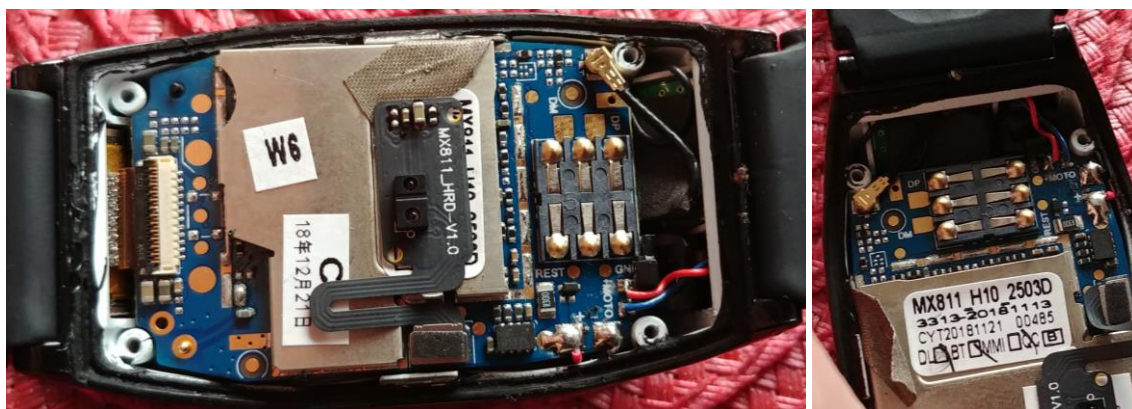
2.1.1 Technické parametry

Parametr	Hodnota
Displej	0,95" TFT LCD
Mobilní síť (pásma)	GSM 850/900/1800/1900 MHz
Velikost SIM karty	nanoSIM
Nabíjecí konektor	magnetický, proprietární
Voděodolnost	ano (ne ponoření)
Baterie (kapacita)	600 mAh
Rozměry	55 × 32 × 14,8 mm

Tabulka 1 : Parametry zařízení Sograce H16

Sograce H16 jsou postaveny na čipu pro IoT zařízení Mediatek MT2503. V něm se nalézá procesor architektury ARM, konkrétně ARM7EJ-S. Obsahuje 4 MB RAM a 4MB flash paměť. Dále je vybaven duálním Bluetooth – Bluetooth 2.1 s EDR a Bluetooth 3.0, GPS/BeiDou modulem a také FM demodulátorem. Přímo v čipu je též zabudovaný GSM/GPRS modem třídy A (přístup k hlasové i datové službě současně), multislot třídy 13 (full-duplex). O podporu Wi-Fi (802.11n) v pásmu 2,4 GHz se stará přídatný čip MT5931.

Firmware hodinek je pravděpodobně postaven nad Nucleus RTOS od společnosti Mentor Graphics.



Obrázek 3: Vnitřek Sograce H12 (podobný model)

2.1.2 Funkce zařízení

Sledování polohy

Pravidelné odesílání přímé (GPS) nebo nepřímé (čísla okolních BTS) polohy zařízení v závislosti na právě nastaveném pracovním režimu hodinek v intervalu pevně stanoveném výrobcem zařízení bez možnosti změny s možností vyžádání aktuálních hodnot nad rámec HW časovače.

Jednotlivé pracovní režimy se od sebe liší množstvím a zdrojem odeslaných údajů a četností jejich odesílání.

Pracovní režim (id)	Odesílané údaje	Interval
běžný (1)	seznam BTS a Wi-Fi	15 minut
úsporný (2)	seznam BTS a Wi-Fi	60 minut
pohotovostní (3)	GPS souřadnice, právě připojená BTS, seznam Wi-Fi	1 minuta

Tabulka 2: Popis pracovních režimů zařízení

SOS tlačítko

Po stisknutí SOS tlačítka je tato událost odeslána na server a zahájí se postupné vytáčení až 3 SOS čísel.

Telefonní seznam

Možnost vytočit libovolný kontakt (telefonní číslo nebo USSD kód) z až deseti-místného seznamu. Kapacita displeje pro zobrazení názvu kontaktu je přibližně 8 znaků (nutno zohlednit různou šířku znaků písma). Název není zalamován, a to ani při cíleném zadání řídicích znaků CR nebo LF (nebo obou) do názvu kontaktu. Je používáno kódování znaků Unicode, znaková sada je ale značně omezená. Pangram (věta pro ověření správnosti zobrazení znaků abecedy)

Příliš žlutoučký kůň úpěl ďábelské ódy.

je na hodinkách zobrazena jako

Príliš žluťoučký kůň úpěl ďábelské ódy.

Hlasové zprávy

Odesílání a příjem až desetivteřinových hlasových zpráv.

Krokoměr

Denní součet kroků posílají hodinky každé 3 minuty v rámci stavové zprávy, bez možnosti vzdáleného vyžádání si aktuální hodnoty.

Měření krevního tlaku a tepové frekvence

Měření je možné vyvolat z menu hodinek nebo vzdáleným příkazem.

Budíky

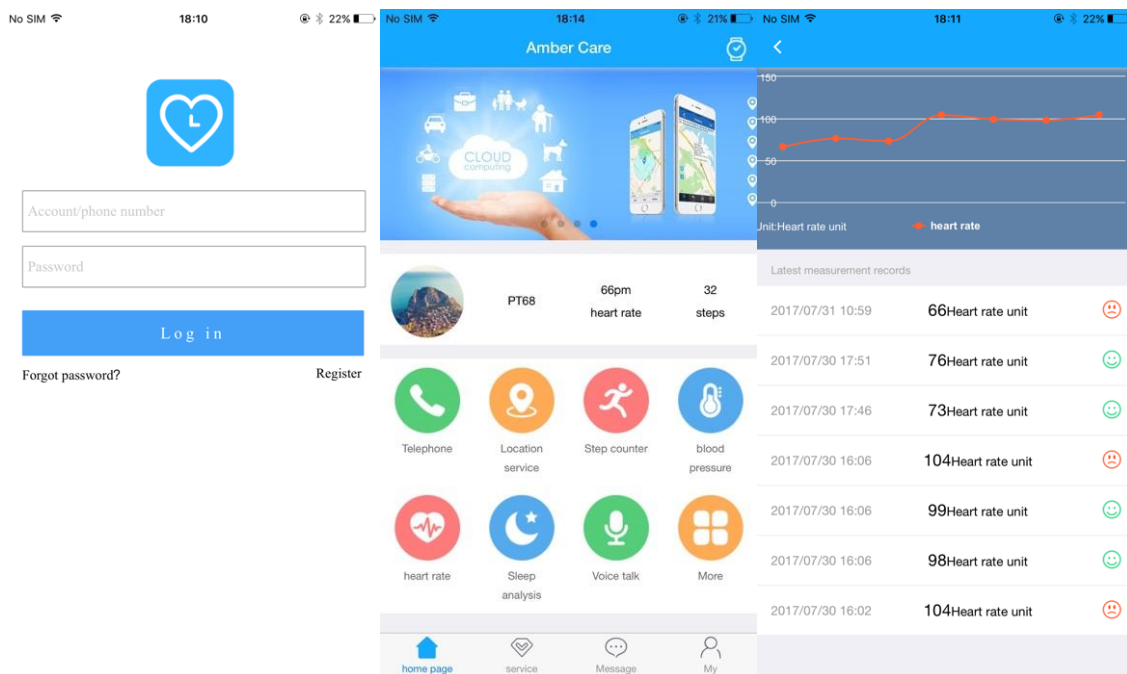
Opakované buzení s možností volby konkrétních dnů.

2.2 Amber360

Amber360 je webová a stejnojmenná mobilní aplikace určená pro správu sledovacích zařízení, kterou provozuje společnost ThinkRace.

Pro hodinky Sograce H16 byla původně určena mobilní aplikace AmberCare, která je od roku 2019 neaktualizovaná a od roku 2020 se v ní nelze ani přihlásit. Hodinky se daří spárovat i s novou aplikací, ale nejdou nastavit všechny parametry hodinek. V obchodě Google Play si aplikace Amber360 vysloužila hodnocení 1,8 z 5. [2]

Aplikace AmberCare nabízela interakci se všemi funkcemi hodinek Sograce H16, navíc sloužila jako základní evidence údajů o uživateli – jména, věku, tělesné hmotnosti, a dalších. Používala mapové podklady Baidu pro zobrazení aktuální polohy.



Obrázek 4: Aplikace AmberCare

2.3 Závěr

Ačkoliv výrobce od uvedení výrobku na trh poskytuje ucelené řešení pro sledování osob, je možné shledat několik nedostatků.

1. uzavřený systém (výrobce umožňuje pouze rebranding² aplikace)
2. chybějící podpora
3. návrh aplikace spíše pro jednotlivce než pro hromadné sledování
4. systém může být kdykoliv odstaven
5. pochybnosti o bezpečnosti

Popsané nedostatky a další požadavky na celkovou funkcionalitu systému jako celku vedly k vývoji vlastního softwaru, který využívá komunikační protokol hodinek.

² Vytvoření uzavřeného klonu aplikace s vyměněným názvem a ikonou na přání zákazníka.

Cíle práce

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit s použitím hotového zařízení systém sledování seniorů, k jehož dosažení bylo potřeba vyřešit řadu dílčích úkolů

- Na základě aktualizovaného komunikačního protokolu dodaného výrobcem rozšířit serverovou aplikaci, která vznikla v rámci mého projektu v předmětu Projekt III.
- Navrhnout databázi pro ukládání dat.
- Vyvinout systém konfigurace hodinek (datový formát, ukládání, synchronizace, sledování změn, fronta).
- Vytvořit scénář chování (stisk SOS tlačítka).
- Navrhnout a vytvořit grafickou aplikaci (události zařízení, změna nastavení).

Kapitola 3

Návrh systému

3.1 Rozbor požadavků

Na základě povahy systému a oblasti jeho použití byly sestaveny základní požadavky na vyvíjené aplikace.

3.1.1 Serverová aplikace

Funkční požadavky

- F1: **automatická síťová konfigurace** – vzhledem k tomu, že se jedná o síťovou aplikaci, měla by si aplikace najít správné síťové rozhraní a případně si vyjednat se směrovačem přesměrování portů
- F2: **vlastní diagnostika** – zkušební výměna zpráv se vzdáleným TCP klientem pro ověření činnosti a přístupnosti serveru zvenčí (mimo místní síť)
- F3: **odbavení a správa klientů** – vyřizování žádostí klientů o spojení se serverem a jejich identifikace (IP adresa, IMEI), ukončení spojení při neaktivitě
- F4: **komunikace se Sograce H16** – aplikace musí komunikovat s hodinkami podle dodaného komunikačního protokolu
- F5: **výpis a záznam událostí** – výpis všech událostí (údajů) do konzole a jejich zápis do textového souboru a databáze
- F6: **konfigurace zařízení** – ucelený systém nastavení hodinek, datová struktura, sledování změn, synchronizace
- F7: **dvojitá konfigurace** – synchronně se změnou SOS stavu přepínat nastavení (scénář)
- F8: **vnější požadavky (příkazy)** – příjem a vyřizování požadavků (provedení akce nebo změny), navrácení stavu

Nefunkční požadavky

- N1: **nezávislost na platformě** – aplikace musí být schopná běhu v operačních systémech Windows, macOS a GNU/Linux, na procesorových architektu-
rách x86 a ARM
- N2: **jednoduchost** – pokud lze, u klíčových funkcí by neměly být používány jakékoliv závislosti, které by mohly bránit budoucí aktualizaci nebo rozší-
ření na jiné platformy
- N3: **spolehlivost** – s přihlédnutím na oblast užití by aplikace měla být maxi-
málně spolehlivá

3.1.2 Uživatelská aplikace

Funkční požadavky

- F1: **vyhledávání** – vyhledávání podle jména uživatele nebo IMEI hodinek
- F2: **výpis událostí** – zobrazení všech dat ze všech hodinek
- F3: **panel listů** – možnost otevřít více přehledových karet zařízení
- F4: **filtrování** – třídění událostí podle zařízení nebo metody určení polohy
- F5: **zobrazení a změna nastavení** – úprava nastavení platného během obvyklého, nebo nouzového stavu
- F6: **založení požadavku** – odeslání okamžitého příkazu na získání aktuální polohy nebo změření krevního tlaku
- F7: **přenos souřadnic na mapu** – aplikace by měla umět alespoň zkopírovat odkaz na mapu do schránky

Nefunkční požadavky

- N1: **přehlednost** – události zařízení by měly být snadno čitelné

3.2 Základní architektura

Před samotnou realizací jsem navrhnul základní architekturu, podle které byl následně celý systém vyvíjen.

Nejprve shrnu, jak hodinky pracují. Po jejich zapnutí se hodinky přihlásí k nejbližší BTS mobilního operátora. V závislosti na nastaveném pracovním režimu hodinky shromáždí údaje o všech okolních základnových stanicích, mikrovlnných Wi-Fi sítích, nebo se pokusí získat přesnou polohu pomocí družic navigačního systému GPS. Veškeré údaje poté odešle prostřednictvím datové služby k BTS. Ta je připojena k vnitřní síti mobilního operátora, která je dále propojena s celosvětovou sítí Internet. Tímto způsobem je možné data nasměrovat až k hlavnímu serveru zodpovědného za příjem a zpracování všech dat pocházejících od celé řady takovýchto hodinek.

Hlavní server (serverová aplikace) se podle potřeby spojí s aplikačními rozhraními (pomocnými službami), které serveru pomáhají během jeho činnosti. Těmi mohou být například služby k určení nebo zpřesnění polohy, především ze získaných identifikátorů BTS, v jejichž okolí se hodinky nacházejí. Dále se může jednat o vzdálený monitoring či diagnostiku serveru. Po zpracování údajů tyto putují do databáze.

Databáze slouží pro uchování všech dat, kterými jsou nejen nedávno získané polohy jednotlivých hodinek, ale i data sloužící ke správě uživatelů, provozu desktopových, mobilních či webových aplikací, a dalších potřebných k provozu systému jako celku, zejména okamžité požadavky a stav jejich zpracování.

Na takový popis se ale nedá zcela spolehnout, zejména oddělovače se rády liší. Dá se spolehnout jen na jediné. Hlavičkou je vždy „IW“ a patičkou (terminátorem) „#“.

Podobným způsobem je realizován i přenos binárních dat, respektive dat, která není možné přímo převést do čitelné podoby pro člověka. Těmi jsou v našem případě hlavně zvukové nahrávky. Binární datové formáty mají obvykle hlavičku, podle které je možné určit, o jaký formát se jedná.

Pokud na server dorazí zvuková stopa, tak po převedení do textu, je možné zápis zobecnit jako

```
HlavičkaDruh,údataj1,údataj2,hlavičkaSouborúsměsZnakůPatička,
```

přičemž „patičkou“ rozumíme „#“, tedy patičku datového formátu hodinek, nikoliv zvukového souboru. Při dosazení hlavičky zvukového formátu AMR vznikne

```
IWAP07,údataj1,údataj2,#!AMR(...nečitelné_znaky...)#
```

Za předpokladu, že jeden znak je roven jednomu bytu, můžeme při následném zpracování vyjít z toho, že před hlavičkou zvukového souboru (před první mřížkou „#“) je x znaků. Od surových příchozích dat tedy odstráníme x bytů a z konce 1 byte, neboť patička má jen jediný znak (druhá/poslední mřížka „#“). Výsledný řetězec bytů můžeme bez obav zapsat jako nový soubor na disk. Ten pak lze bez obtíží přehrát ve zvukovém přehrávači.

3.3.2 Ukládání, správa a výměna nastavení

Aby bylo možné mít různé nastavení pro každé jednotlivé hodinky zvlášť, muselo být vyvinuto úložiště nastavení – způsob jejich uložení a systém začlenění nových parametrů.

Musejí být řešeny problémy

- v jakém tvaru se s daty pracuje v rámci aplikace,
- v jakém tvaru jsou data uchovávána na společném datovém prostoru (databáze),
- jakým způsobem se zpracují požadavky na změnu,
- jak a kdy usoudit, že změna byla úspěšně zpracována (provedena)
- a jak se vypořádat s kolizemi nastavení.

Pro účely manipulace s nastavením uvnitř aplikace byly navrženy třídy v jazyku C#. Objekt typu DeviceSettings obsahuje parametry nastavení daného zařízení, ServerSettings obsahuje parametry ohledně scénáře chování.

Vlastnost	Datový typ omezení hodnot / platné hodnoty	Popis
WorkingMode	string [„normal“, „power-saving“, „emergency“]	pracovní režim hodinek
SOSNumbers	List<string> List.Count ≤ 3	seznam SOS čísel
PhoneBook	List<Contact> List.Count ≤ 10	telefonní seznam
WhiteListEnabled	boolean	bílá listina (=tel. sez.)
Alarms	List<Alarm>	budíky/upomínky
AlarmsEnabled	boolean	hlavní přepínač budíků
ServerBehaviour	ServerSettings	serverové časovače

Tabulka 3: Třída DeviceSettings

Vlastnost	Datový typ	Popis
ConnectionTimeout	int	[s] ukončení spojení při neaktivitě
LocationInterval	int	[s] dotaz na polohu každých x sek.
HeartRateInterval	int	
HRBloodPressureInterval	int	
AfterSOSevent	DeviceSettings	vnořené nastavení platné během SOS
EmergencyEnd	int	[s] ukončení režimu SOS za x sek.
ConnectionTimeout	int	[s] ukončení spojení při neaktivitě

Tabulka 4: Třída ServerSettings

Celý objekt je serializován do JSON řetězce a uložen do databáze, čímž lze nastavení načíst i v jiné aplikaci.

Změna nastavení

Pro účely změny nastavení je v databázi vyhrazena tabulka *commands*. Do ní externí aplikace pod nějakým *id* (číselné označení záznamu a primární klíč tabulky) zapíše do sloupce *payload*, co vše je požadováno změnit. Může to být buď jen jedna změněná hodnota, anebo jich může být i více.

Synchronizace nastavení

Jeden ze serverových časovačů pravidelně kontroluje čas poslední změny. Pokud je pozdější než čas poslední synchronizace, je nové nastavení předáno do databáze. K aktualizaci nastavení v databázi dojde také pokaždé, když

- zařízení se poprvé připojí k serveru (pro účely aktualizace datové struktury v databázi – pokud dochází k častým změnám v kódu aplikace, může se stát, že po několika inovovaných verzích už nebude aplikace schopná nastavení vytvořené starou verzí aplikace správně

načíst, proto po každém restartu aplikace a připojení zařízení se provede aktualizace nastavení)

- ukončí se spojení se zařízením (součástí datové struktury nastavení je i obsah fronty transakcí čekajících na vyřízení, díky tomu může aplikace navázat na přerušené procesy i po jejím restartu)

3.3.3 Scénář chování

Scénář chování představuje určitý automatizovaný pracovní postup. Definuje četnost dotazů na zařízení pro získání aktuálních hodnot. Dále stanovuje parametry nastavení hodinek i serveru během nouzového stavu. Například po rozpoznání pádu klienta požadovat GPS polohu, naopak za obvyklého stavu upřednostňovat méně přesné způsoby určování polohy pro úsporu baterie hodinek.

Každý plánovaný opakovaný příkaz (dotaz) pracuje na podobném principu jako „velké“ transakce na změnu nastavení. Mají ale nízkou prioritu – potvrzení jejich přijetí zařízením není řešeno a neúspěšně odeslané příkazy jsou přeskočeny. Jsou trvale přítomny ve frontě transakcí a pouze se přeplánují, posune se plánovaný čas odeslání.

Nouzový stav

Stiskem SOS tlačítka, rozpoznáním pádu nebo požadavkem z grafické aplikace je zahájen či ukončen nouzový stav (je přepnut). Toho je dosaženo tím, že veškeré nastavení je zdvojené. Jedno je platné během obvyklého stavu, druhé za nouzového stavu. Díky tomu je možné zcela libovolně nastavit parametry obou stavů (scénářů).

Přepnutím stavu je zahájena podobná procedura, jako při vnějším požadavku na změnu nastavení. Obě nastavení jsou porovnána a pouze rozdíly jsou zařazeny k odeslání na hodinky pro jejich následné přenastavení.

Nastane-li přepnutí stavů bezprostředně po sobě, je před zahájením přepínacích procedury nejprve pročištěna fronta. Předchozí přepnutí je považováno za zcela dokončené a do fronty je následně nahrána úplná přepínací sekvence do požadovaného stavu. Tím jsou zvráceny všechny změny provedené v předchozím procesu, ať už byl přerušen kdykoliv, aniž by bylo nezbytné nahrát kompletní nastavení (reset všeho).

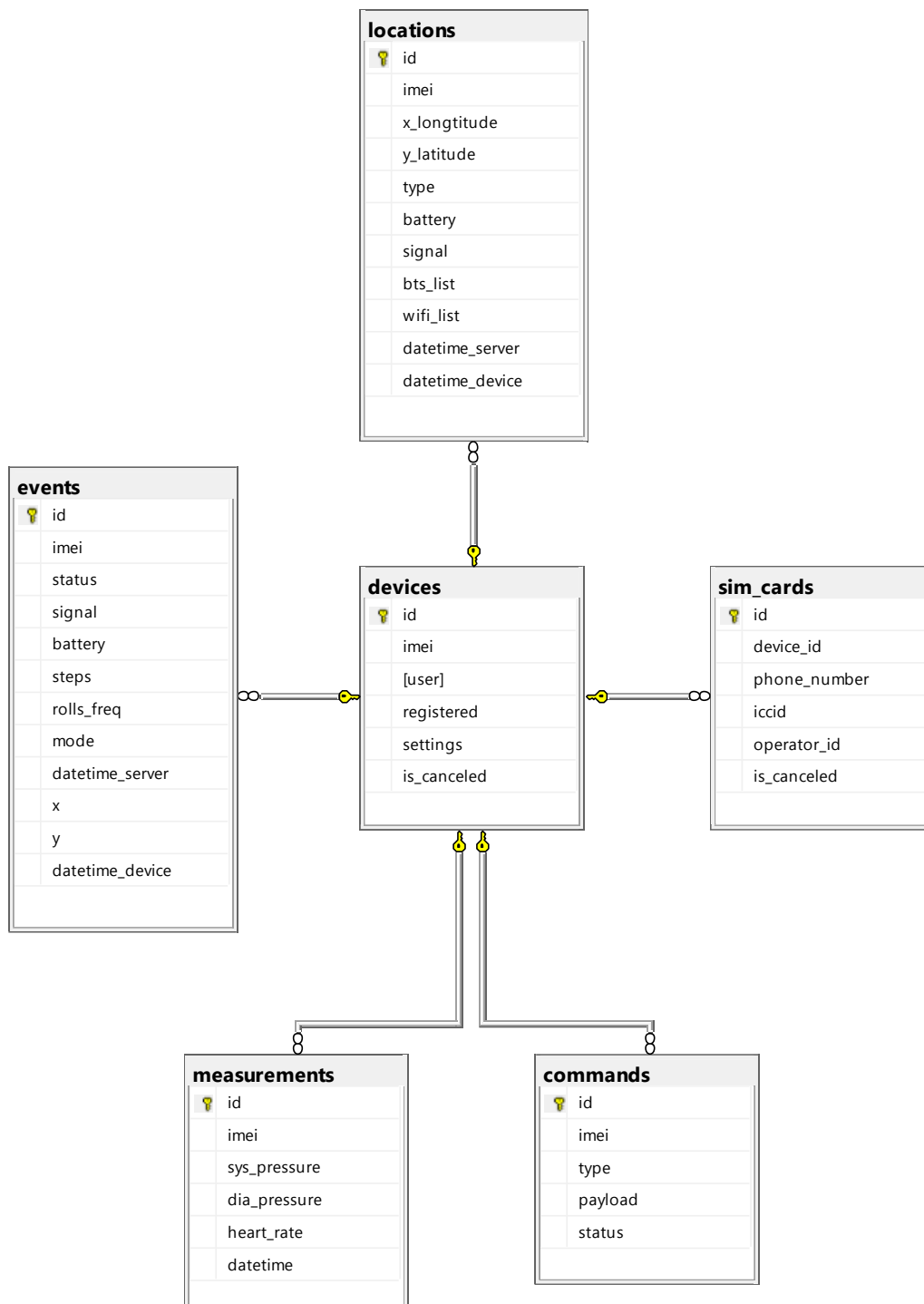
3.4 Úložiště dat

Jako datové úložiště byl vybrán Microsoft SQL databázový server.

Bylo navrženo 6 tabulek v databázi.

- **devices** – hlavní tabulka, ukládají se sem registrovaná zařízení a jejich nastavení

- **locations** – ukládají se sem veškeré získané údaje o zeměpisné poloze
- **events** – ukládají se sem všechny události (stisk SOS tlačítka, pád, připojení a odpojení zařízení a pravidelná stavová zpráva)
- **measurements** – ukládají se sem měření tlaku krve a tepové frekvence
- **commands** – ukládají se sem příkazy nebo požadavky na změnu nastavení včetně jejich stavu
- **sim_cards** – v tabulce jsou uloženy informace o použitých SIM kartách



Obrázek 6: Návrh databáze

3.5 Uživatelská aplikace

Grafická uživatelská aplikace slouží k zobrazení filtrovaných i nefiltrovaných událostí zařízení, ke změně nastavení zařízení a k odeslání příkazu. Je postavená na frameworku .NET 5.

V dalších podkapitolách budu popisovat rozložení jednotlivých komponent na obrazovce a jejich funkcionalitu.

3.5.1 Horní lišta

zleva

- název aplikace
- vyhledávací pole
- systémová tlačítka (maximalizace, minimalizace, ukončení)

Vyhledávací pole

Podmínka vyhledávání	<ol style="list-style-type: none">1. vepsány alespoň 3 znaky2. uplynula 1 vteřina od stisku klávesy
----------------------	--

Výsledky hledání

Přehled výsledků hledání	<ul style="list-style-type: none">• otevření: splnění podmínky vyhledávání• uzavření: kliknutí do okolního obsahu okna
Kliknutí na výsledek	<ol style="list-style-type: none">1. otevření listu (karty) zařízení v „Hlavní části“2. uzavření výsledků hledání

3.5.2 Postranní lišta

shora

- tlačítko „Uložit nastavení“
- tlačítko „Získat současnou polohu“
- tlačítko „Změřit krevní tlak“
- tlačítko „Přepnout SOS stav“
- tlačítko „Výpis událostí“ – vysune „3.5.4 Spodní část“

3.5.3 Hlavní obsah

Panel listů

List	<ul style="list-style-type: none">• jméno uživatele• zavírací tlačítko• přesun listu – „táhni a pusť“
------	---

Kontextová nabídka	<ul style="list-style-type: none"> • zavřít list • zavřít všechny listy • zavřít ostatní listy
--------------------	---

Nastavení zařízení

zleva

- nastavení za obvyklého stavu
- nastavení za nouzového stavu

Každé nastavení se skládá z rozbalovacích bloků (kategorií). Každý blok má hlavičku, která obsahuje

- ikonu
- název

Klepnutím na hlavičku dojde k rozbalení či zabalení bloku. Pokud hlavním obsahem bloku je nějaký seznam (telefonní seznam nebo budíky), obsahuje hlavička také

- počítadlo položek seznamu

Obsahem takového bloku jsou i ovládací prvky seznamu

- přidat
- posunout níž
- posunout výš
- odebrat

3.5.4 Dolní část

Panel, který se vysune po stisknutí tlačítka „Výpis událostí“ na „3.5.2. Postranní liště“.

- filtr událostí
 - SOS, STAV, MĚŘENÍ, POLOHA, PŘIPOJENO, ODPOJENO
- přepínač filtrování podle zařízení (na základě vybraného listu)
- tlačítko „Otevřít události v novém okně“
- tlačítko „Zavřít“ – zasunutí tohoto panelu
- seznam událostí všech (nebo jednoho) zařízení

Událost	<ul style="list-style-type: none"> • datum a čas • jméno uživatele • (IMEI zařízení) • barevně odlišený štítek na základě druhu • popis události
Kliknutí na událost	1. otevření zařízení v novém listu v hl. části
Pravý klik na událost [poloha]	kopie odkazu na Mapy.cz do schránky

3.5.5 Okno – výpis událostí

Okno je možné otevřít z „3.5.4 Dolní částí“.

- filtr událostí
 - SOS, STAV, MĚŘENÍ, POLOHA, PŘIPOJENO, ODPOJENO
- přepínač funkce „Automatické vynášení polohy na mapu“ [Win 8+]

Událost	<ul style="list-style-type: none">• datum a čas• jméno uživatele• (IMEI zařízení)• barevně odlišený štítek na základě druhu• popis události
Kliknutí na událost	2. otevření zařízení v novém listu v hl. části
Přejetí myši po události [poloha]	Přenesení souřadnic do aplikace Bing Mapy (Metro UI)

Kapitola 4

Implementace

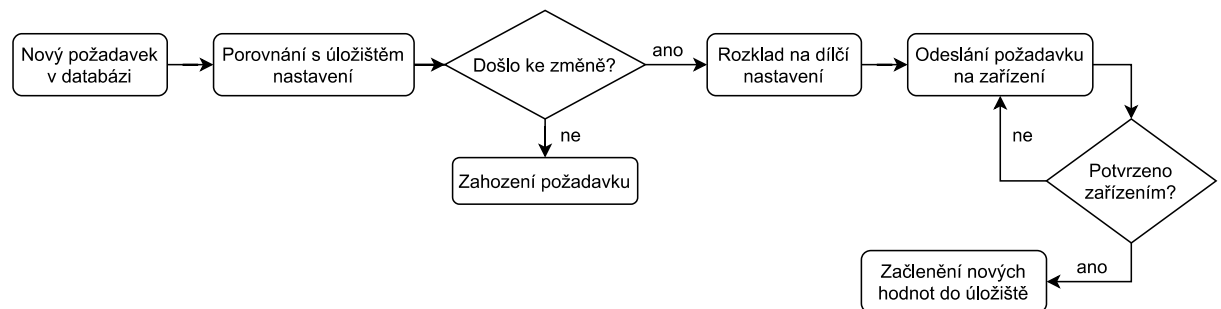
4.1 Serverová aplikace

Serverová aplikace je vyvinuta pomocí frameworku .NET Core. V současné době (rok 2021) existují oficiální běhová prostředí pro operační systémy Windows (od verze 7), macOS a GNU/Linux. Mezi podporované procesorové architektury patří x86/amd64 a ARMhf/ARM64, avšak existuje i port pro MIPS64.

Aplikace je přenositelná, není nijak vázaná nebo omezená na konkrétní stroj, může být spuštěno více souběžných instancí a nevyžaduje žádnou instalaci. Podmínkou je pouze dostupnost knihoven .NET Core runtime na serveru.

Aplikace je vydána pod licencí Affero GPLv3.

4.1.1 Změna nastavení



Vývojový diagram 1: Zpracování požadavku na změnu nastavení

Vnitřní časovač serverové aplikace pravidelně sleduje změny v databázové tabulce *commands*. Jakmile se objeví nový záznam, připraví ho a zařadí do fronty k odeslání na dané zařízení. Přípravou se myslí porovnání s aktuálním nastavením a určení, zda je vůbec něco ke změně. Každou jednotlivou změnu (totéž, co založení více samostatných požadavků na vstupu – v databázi) přetvoří do transakcí, přičemž každá má svůj vlastní identifikátor. Je v ní obsažen také konkrétní vygenerovaný příkaz, který provede změnu na hodinkách. Další časovač vyhrazený pro konkrétní zařízení zase pravidelně sleduje svou frontu. Objeví-li se v ní nová transakce, neprodleně ji může vyřídit (odeslat na zařízení,) neboť vše již bylo nachystáno v přechodím kroku, a zároveň zapíše do transakce čas odeslání. Zařízení odpoví *id* transakce jako potvrzení změny. Zapíše se čas vyřízení (nastavení) do transakce a do databáze do sloupce *status* se

zapiše protokol o nastavení (v podstatě tělo transakce). Proběhne výmaz transakce z fronty a celá záležitost tím končí. Nedorazí-li však do půl minuty potvrzení od zařízení, proběhne opakované odeslání. Pro názornost to s využitím nákresu (Vývojový diagram 1) přiblížím na modelovém příkladu. Mějme nový záznam v databázi s *id=123* s následujícím *payload*:

```
{
  "WorkingMode": "power-saving",
  "SOSNumbers": [
    "\u002B420800241242"
  ]
}
```

Řekněme, že ani jedna hodnota není zatím nastavena. Už nyní můžeme tušit, že bude nutné změnit dvě věci. Přepnout zařízení do úsporného režimu a nastavit SOS číslo na „+420 800 241 242“.

Vytvoří se dvě transakce

```
{
  "id": "123A",
  "command": "IWBP33,imei,123A,2#"
}
```

a

```
{
  "id": "123B",
  "command": "IWBP12,imei,123B,+420800241242#"
}
```

Obě jsou zařazeny do fronty a v půlminutových intervalech (první pokus bez prodlení) jsou posílány tak dlouho, dokud hodinky nevrátí

IWAP33,123A,2#

a

IWAP12,123B,+420800241242#

nebo dokud nedojde k vypršení platnosti transakce.

Po úspěšném potvrzení změn hodinkami jsou transakce z fronty vyřazeny a do databáze se zapiše zpráva o průběhu nastavování 123A i 123B – čas prvního odeslání příkazu, čas potvrzení nastavení a počet opakovaných pokusů o nastavení.

Otázka kolizí nebyla při řešení uvažována.

4.2 Uživatelská aplikace

Uživatelská aplikace je napsaná v jazyce C# pomocí frameworku .NET 5, s využitím knihoven WPF a HandyControls [3] pro tvorbu grafického uživatelského rozhraní.

Aplikace je vydána pod licencí Beerware.

4.2.1 Vyhledávání

Každý stisk klávesy ve vyhledávacím poli způsobí reset časovače. Nedojde-li do 1 sekundy k resetu časovače, je vykonána procedura časovače. V ní se nejprve zkontroluje obsah vyhledávacího pole, zda splňuje stanovená kritéria (délka nejméně 3 znaky), pokud ano, zahájí se vyhledávání v databázi.

Všechny časovače jsou implementovány pomocí třídy `Timer` a nikoliv pomocí třídy `DispatcherTimer`. Důvodem je, že `Timer` běží ve vlastním vlákně, mimo hlavní vlákno UI. Tím ale kód nemá přímý přístup k ovládacím prvkům, které běží na hlavním vlákně. Tento problém je řešen pomocí třídy `SynchronizationContext` s jejíž pomocí je možné interagovat s hlavním vláknem. Výhodou tohoto řešení je citelně plynulejší vykreslování uživatelského rozhraní, neboť jeho vlákno je méně zaneprázdněno vykonáváním jiných časově náročných operací.

4.2.2 Panel listů

Základem je ovládací prvek `TabControl`. Obsahem každého listu je `Frame` (rámeček) a teprve obsahem rámečku je stránka (`DevicePage.xaml`).

4.2.3 Výpis událostí

Po spuštění aplikace se načtou všechny záznamy z databáze za poslední hodinu. Pro účely ukládání záznamů v aplikaci se používá třída `ObservableCollection`, která se na rozdíl od obyčejné kolekce `List` nebo pole liší zejména v tom, že upozorňuje na každou změnu provedenou v kolekci. Díky tomu se každé přidání nového záznamu do kolekce automaticky v reálném čase promítne i v obsahu ovládacího prvku `ListView` v grafickém rozhraní.

Každou jednu sekundu je posílán dotaz databázi na všechny záznamy novější než je nejnovější záznam v `ListView`. Všechny záznamy seřazené podle data, které vrátí databáze, jsou vloženy na první pozici kolekce, čímž je zajištěno efektivní chronologické řazení od nejnovějších po nejstarší.

Filtrování záznamů

Pro účely filtrování událostí podle typu³ (štitku), přesnosti polohy nebo podle zařízení nepřebírá `ListView` data přímo ze zdrojové kolekce, ale od prostředníka. Instance třídy `ListCollectionView` má jako zdroj dat původní nefiltrované `ObservableCollection` a tato třída má vestavěné funkce pro filtrování i řazení

³ Vychází z typu zprávy v rámci komunikačního protokolu hodiněk.

obsahu. Skrze grafické ovládací prvky uživatel pouze upravuje filtrovací funkci podle své potřeby a zdrojová kolekce zůstává nedotčena. Je tak možné s poměrně malou režií otevřít (zobrazit) prakticky neomezené množství ListView a u každého provést navzájem nezávislé filtrování na základě zcela odlišných parametrů.

4.2.4 Zobrazení a změna nastavení

Během otevírání listu zařízení je z databáze načten JSON řetězec obsahující veškeré nastavení. Je deserializován a zavoláním procedury LoadSettings jsou vyplněny prvky uživatelského rozhraní.

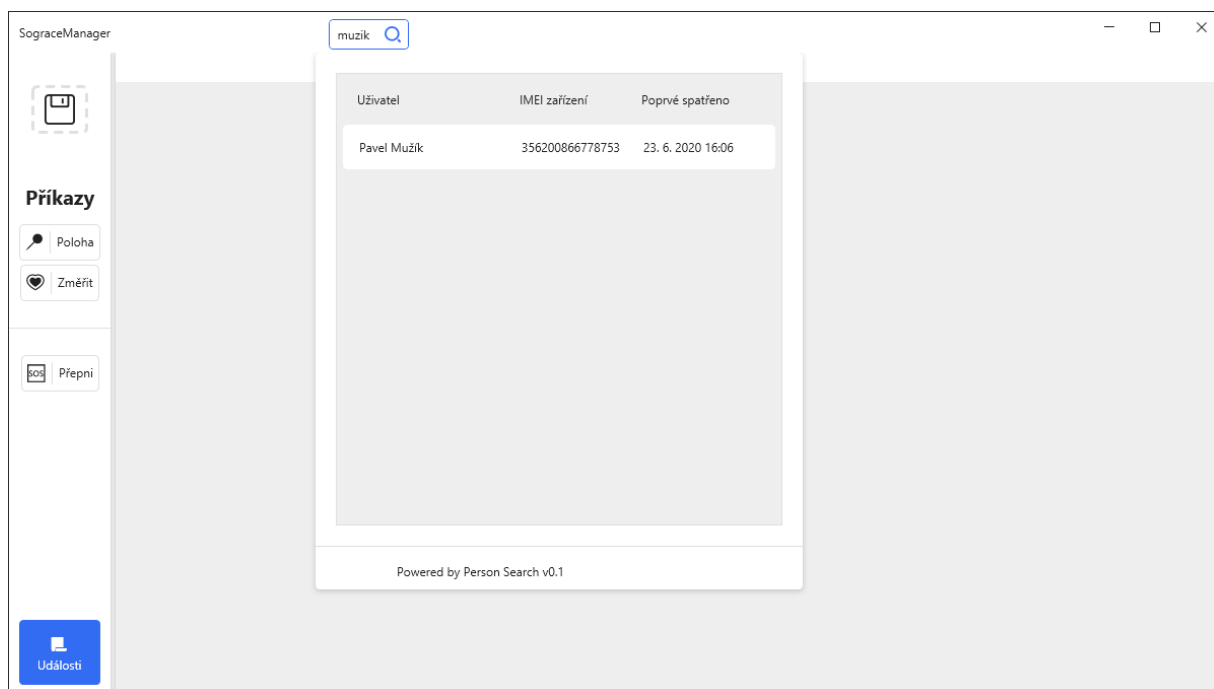
Procedura StoreSettings načte z formuláře hodnoty a vytvoří z nich nový objekt s nastavením. Je porovnán s původním a z rozdílů je serializován JSON řetězec, který se odešle do databáze jako požadavek na změnu.

4.2.5 Vynášení polohy na mapu

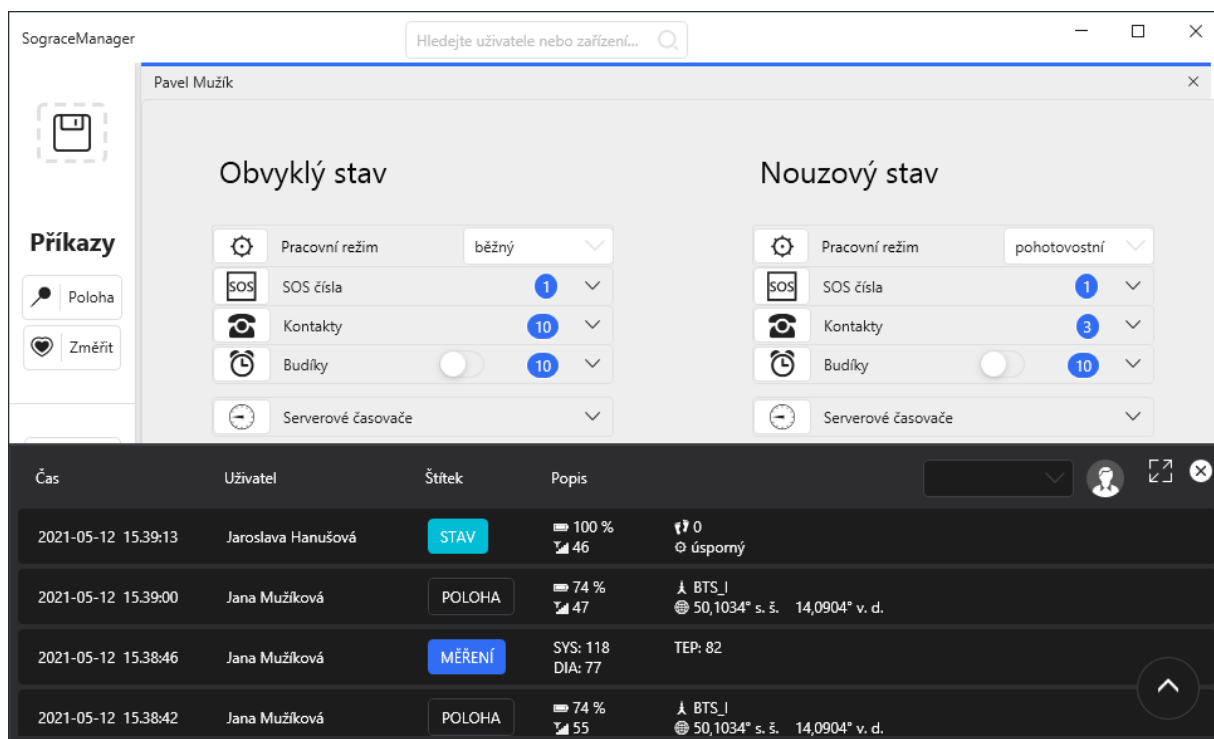
V samostatném okně s výpisem událostí lze přenést zeměpisnou polohu události pouhým stykem kurzoru myši s položkou seznamu. Na desktop pronikla URI schémata poprvé ve Windows 8. URI schéma je něco jako GET požadavek u webových aplikací. Pomocí URI schématu je otevírána aplikace Bing Mapy a jsou přidávány špendlíky na mapu.

Nejlepší uživatelská zkušenost s touto funkcí je pozorována u Windows 8.1. Operační systém Windows 7 funkci nepodporuje.

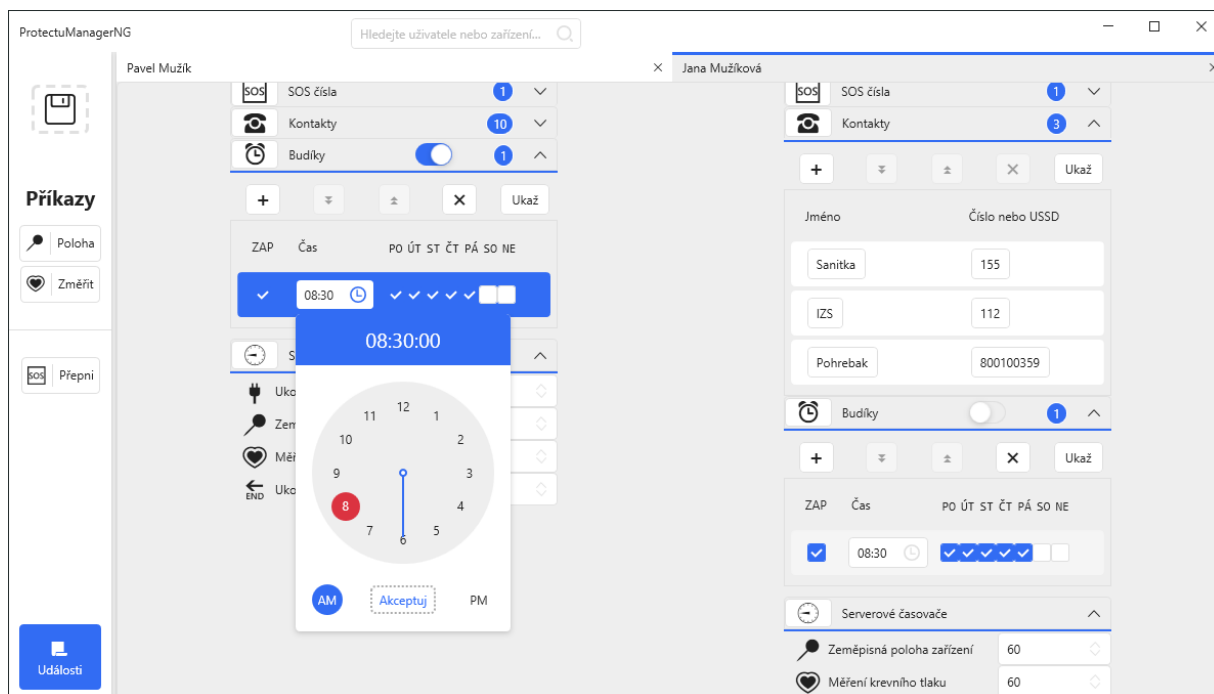
4.2.6 Ukázka aplikace



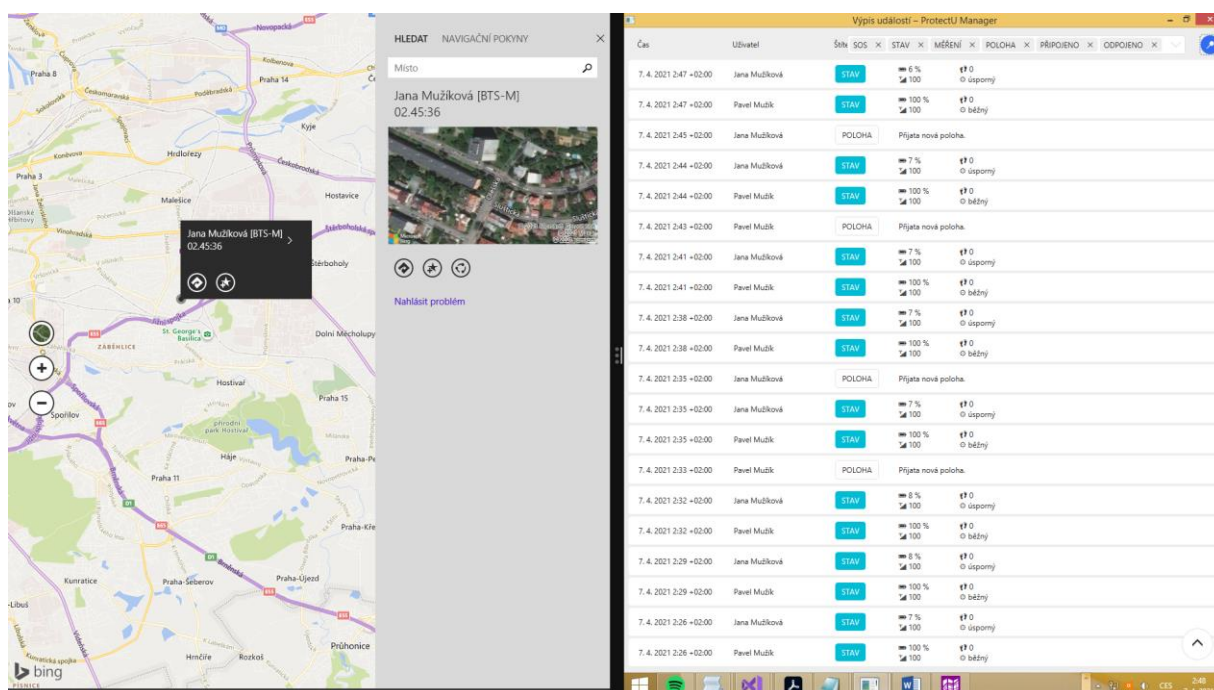
Obrázek 7: Hlavní okno – Vyhledávání uživatele



Obrázek 8: Hlavní okno – List zařízení a vysunutý Výpis událostí



Obrázek 9: Hlavní okno – Nastavení zařízení⁴



Obrázek 10: Okno Výpis událostí – Rozdělená obrazovka s mapou

⁴ Změna času: hodiny klinutím na číslo na ciferníku, minuty rolováním kolečka myši, nebo vstupem z klávesnice do pole

Kapitola 5

Uživatelská dokumentace

5.1 Uživatelská aplikace

5.1.1 Správa listů

Otevření listu

Otevřít list zařízení s přehledem jeho nastavení lze dvěma způsoby

1. vyhledáním ve vyhledávacím poli a výběrem výsledku
2. dvojitým poklepáním na událost ve Výpisu událostí

Pokud je nastavení již otevřeno na panelu listů, výběr se přepne na požadované zařízení.

Zavření listu

Zavřít list zařízení je možné křížkem nebo možností kontextové nabídky. Kontextová nabídka nabízí funkce

- Zavřít list
- Zavřít všechny listy
- Zavřít ostatní listy


Přesun listu

Listy na panelu listů je možné libovolně přesouvat kliknutím a táhnutím na požadovanou pozici.

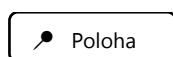
5.1.2 Správa zařízení

Veškeré akce spojené s vybraným zařízením na panelu listů se nacházejí na postranní liště v levé části obrazovky.

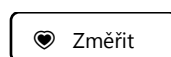
Uložení nastavení

1. Klikněte na tlačítko s ikonou diskety. 
2. Potvrďte svůj záměr v dialogovém okně, které obsahuje shrnutí změn.

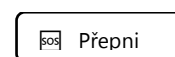
Příkazy



Získat aktuální polohu



Změřit krevní tlak



Přepnout stav (obvyk./nouz.)

5.1.3 Správa událostí

Přesun sloupce

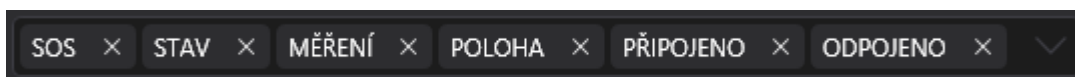
Sloupce je možné libovolně přesouvat kliknutím a tažením hlavičky sloupce na požadovanou pozici.

Otevření do samostatného okna

V hlavičkové části seznamu klikněte na ikonu  nalevo od křížku.

Filtrování podle štítku

V hlavičkové části seznamu je rozbalovací nabídka, ve které můžete vybrat štítky, které chcete v seznamu zobrazit.



Křížkem na štítku je možné provést rychlé zrušení jeho výběru.

Filtrování podle přesnosti polohy

Klikněte pravým tlačítkem myši na filtr .

V otevřené kontextové nabídce zvolte nejméně přesnou metodu určení polohy, kterou chcete v seznamu zobrazit. Filtr funguje jako horní propust.

- **BTS_I** poloha základnové stanice (nejméně přesné)
- **BTS_M** vypočítaná přibližná poloha multilaterací
- **GPS** poloha vypočítaná pomocí družic (nejpřesnější)

Filtrování podle zařízení

V seznamu je možné zobrazit jen ty události, které patří vybranému zařízení na panelu listů. Klikněte na ikonu siluety lidské hlavy pro přepnutí.



filtr vypnut



filtr zapnut


Kopie souřadnic do schránky

Události se štítkem POLOHA je možné zkopírovat do schránky. Klikněte pravým tlačítkem na požadovanou položku, čímž zmodrá. Odkaz na webovou aplikaci Mapy.cz by měla nyní být ve schránce.

5.1.4 Okno Výpis událostí

Tato podkapitola platí jen pro samostatné okno otevřené z hlavního okna.

Automatické vynášení polohy na mapu

V hlavičkové části seznamu klikněte na přepínač s ikonou špendlíku . Po přejetí myší nad první položkou seznamu obsahující zeměpisnou polohu dojde k otevření aplikace Bing Mapy a vyznačení bodu na mapě. Po přejetí nad dalšími položkami dochází pouze k překreslování bodu na mapě.

V operačním systému Windows 8 se navíc okna úhledně zarovnají vedle sebe. Aplikace Bing Mapy vlevo, okno Výpis událostí vpravo.

5.2 Sograce H16

5.2.1 Uvedení do chodu

1. Přiloženým šroubovákem odejměte krytku SIM karty.
2. Vložte aktivovanou nanoSIM kartu kontakty směrem dolů. Jedná-li se o novou nepoužitou SIM kartu, je obvykle potřeba provést prvotní aktivaci karty u mobilního operátora. Ať už zavoláním na telefonní číslo nebo, v případě čistě datových SIM karet, aktivací na webových stránkách operátora – na hodinkách je taková aktivace jen těžko proveditelná. Vložte SIM kartu nejprve do mobilního telefonu a držte se pokynů vašeho mobilního operátora.
3. Přiložte krytku SIM karty a ujistěte se, že je správně stranově orientovaná (na spodní straně krytky se nachází obrys SIM karty, který by měl přesně kopírovat tvar SIM karty, které se dotýká. Kryt je možno přišroubovat i překlopený, pak ale nemusí tak dobře sedět a hrozí ztráta spojení se SIM kartou.
4. Přišroubujte krytku.
5. Stiskněte a podržte tlačítko pro zapnutí hodinek.

5.2.2 Nastavení APN

Aby bylo hodinky možné připojit k Internetu, je nutné nejprve nastavit přístupový bod. Název (a případné přihlašovací údaje) brány překlenující síť operátora s celosvětovou sítí Internet. Nastavení APN sestává ze 4 hlavních parametrů

- MCC – číselného označení země, ve které jste SIM kartu zakoupili (nikoliv té, ve které se nacházíte – při mezinárodním cestování není obvykle nutné měnit),
- MNC – číselného označení konkrétního mobilního operátora v dané zemi,
- uživatelského jména,
- hesla.

Pro představu, Česká republika má přidělené číslo 230, Slovenská republika číslo 231, Maďarská republika číslo 216 a Polská republika 260. V České republice v současnosti působí 10 operátorů s přiděleným číslem MNC.

Pro příklad, chceme-li použít SIM kartu od českého T-Mobilu, pak správná kombinace MCC/MNC je 230/01.

Nastavení APN na hodinkách probíhá zasláním SMS zprávy na telefonní číslo SIM karty vložené do hodinek ve tvaru

`#apn#=mcc,mnc,název-APN,název-APN-znovu,uživatelské-jméno,heslo#`

V případě, že má některý z parametrů zůstat prázdný, napíšeme patřičný počet oddělovačů (čárka), ale nic mezi ně nenapíšeme (ani mezeru).

T-Mobile

APN	internet.t-mobile.cz
Jméno uživatele	gprs
Heslo	gprs

Jméno a heslo se nemusejí vyplňovat. Konfigurační SMS by měla vypadat následovně

`#apn#=230,1,internet.t-mobile.cz,internet.t-mobile.cz,gprs,gprs#`

nebo

`#apn#=230,1,internet.t-mobile.cz,internet.t-mobile.cz,,#`

O₂

APN	internet
Jméno uživatele	
Heslo	

Tvar konfigurační SMS

`#apn#=230,2,internet,internet,,#`

Vodafone

APN	internet
Jméno uživatele	
Heslo	

Tvar konfigurační SMS

`#apn#=230,3,internet,internet,,#`

5.2.3 Nastavení odesílání dat na vlastní server

Pokud nechceme používat hotovou platformu od výrobce zařízení, je možné vybudovat vlastní infrastrukturu. V takovém případě odešleme SMS zprávu v následujícím tvaru

`#ip#=I.P.v4.adresa,port#`

Kapitola 6

Testování

V průběhu 3 týdnů probíhalo testování systému, během kterého byly sledovány provozní vlastnosti hodinek, spolehlivost SOS scénáře a kompatibilita vyvinutých aplikací.

6.1 Sograce H16

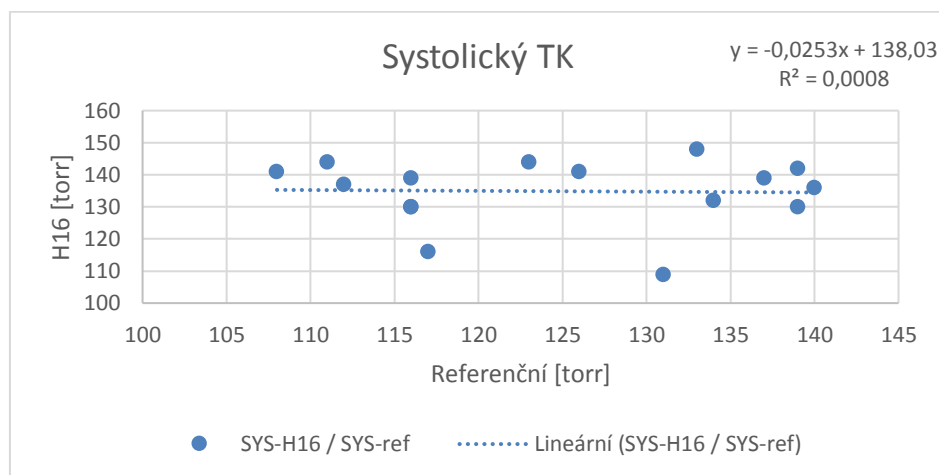
6.1.1 Výdrž baterie

Výdrž baterie silně závisí na podmínkách prostředí (teplota, síla signálu) a míře náročnosti použití (počet měření TK, čas zapnutého GPS modulu).

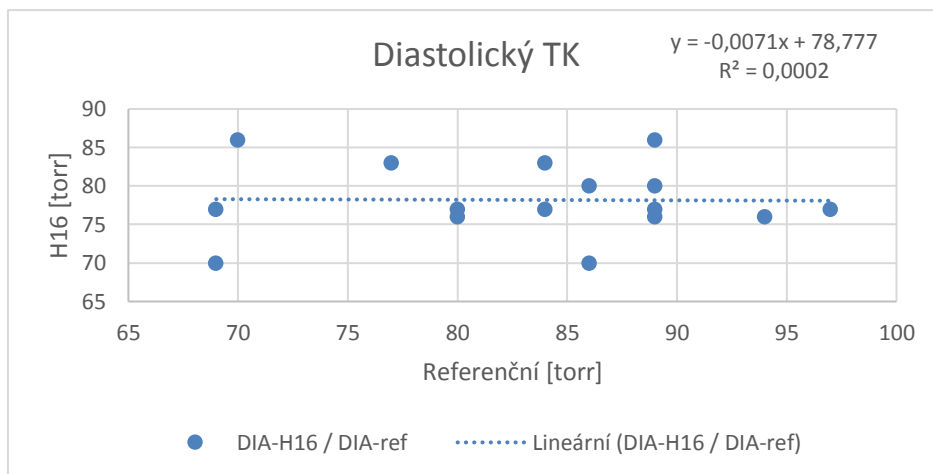
Při lehkém použití hodinek, za pokojové teploty a při dobré úrovni signálu (>50 %) dosahovala průměrná výdrž na jedno nabití přibližně 4 dny. Měření probíhalo od plného nabití baterie (100 %) do jejího úplného vybití (0 %) a vypnutí hodinek.

6.1.2 Přesnost snímače TK a TF

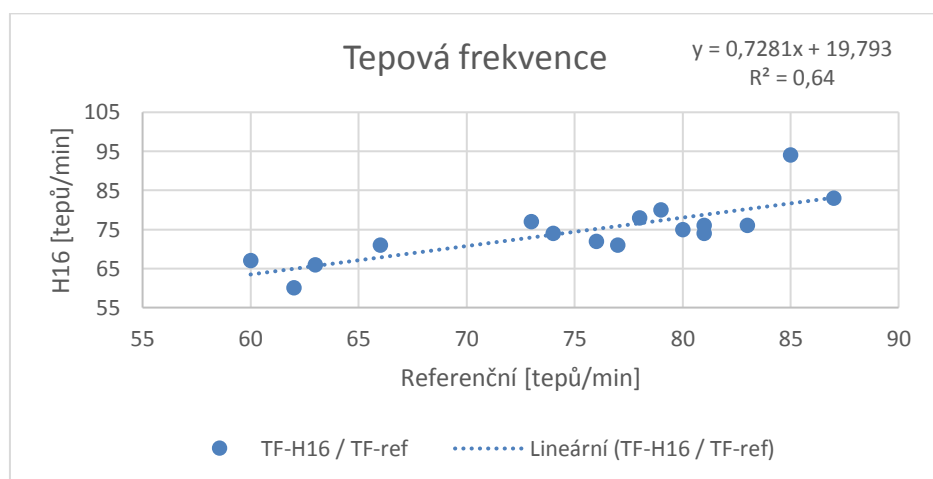
Na dvou hodinkách po dobu jednoho týdne probíhalo každé ráno, poledne a večer měření krevního tlaku a tepové frekvence. Každé měření hodinkami následovalo měření manžetovým tlakoměrem. Následně byla zjišťována korelace mezi výsledky měření z hodinek a manžetového tlakoměru.



Graf 1: Korelace u systolického tlaku



Graf 2: Korelace u diastolického tlaku



Graf 3: Korelace u tepové frekvence

Jak je patrné z grafů 1 a 2, není tu žádná korelace mezi měřeními krevního tlaku z hodinek a manžetového tlakoměru.

Na hranici silné a velmi silné korelace ($r \doteq 0,8$) jsou pouze výsledky měření tepové frekvence (graf 3).

6.2 Scénář

U 8 testerů bylo naplánováno celkem 128 stisknutí SOS, z toho realizováno jich bylo jen 104. Ve 24 případech zapomněli testéři tlačítko zmáčkout, tyto případy nebyly analyzovány.

V jednom případě se nepodařilo dovolat na hlasovou bránu, nicméně událost byla úspěšně zaevidována na serveru a uložena do databáze. V pěti případech nedošlo k zápisu události do databáze. Není jasné, zdali to neodešlo z hodinek nebo k chybě došlo až na serveru či při spojení.

Ve všech případech byla informace o stisku SOS tlačítka zaevidována, buď díky oběma službám (hlas i data), nebo alespoň jednou z nich.

Průměrná doba zpoždění mezi časem SOS na hodinkách a časem zápisem na server je 12 sekund.

Průměrná doba zpoždění mezi časem SOS na hodinkách a časem odpovědi hlasové brány je 11 sekund

Vzhledem k tomu, že hodinky, server ani hlasová brána nemají čas mezi sebou přesně synchronizovaný, reálná odezva je výrazně nižší (musela by se měřit stopkami).

6.3 Serverová aplikace

Serverová aplikace byla úspěšně zkompileovaná a spuštěná na operačních systémech (procesorových architekturách)

- Windows 8.1 (amd64)
- Windows Server 2016 (amd64)
- E2 Linux / OE-Alliance 4.4 (armhf)

Průměrné využití operační paměti aplikací je 10 MB. Špičky dosahují využití 40 MB, zejména po čerstvém spuštění aplikace, postupně její spotřeba klesá.

6.4 Uživatelská aplikace

Uživatelská aplikace byla úspěšně zkompileovaná, spuštěná a otestovaná na operačních systémech

- Windows 8.1
- Windows Server 2016
- Windows 10, verze 20H2

Závěr

V této práci jsem se zabýval návrhem a vývojem softwarového sledovacího systému pro chytré hodinky Sograce H16 se zaměřením na potřeby asistenční služby pro seniory.

Podrobně jsem nastudoval vybrané hodinky, na základě čehož jsem navrhnul vhodný systém. Vyvinul jsem serverovou aplikaci zodpovědnou za veškerou komunikaci spolu se systémem konfigurace zařízení. Scénáře chování jsem navrhnul jako konfigurovatelný systém, který může být kdykoliv přizpůsoben bez nutnosti zásahu do zdrojového kódu aplikace. Pro jednoduchou obsluhu systému jsem vyvinul grafickou aplikaci pro ovládání hodinek, úpravu jejich nastavení a scénáře, a pro zobrazení událostí hodinek. Nakonec jsem s pomocí testerů celý systém otestoval. Během testování se nevyskytly závažné chyby. Ukázalo se, že snímač v hodinkách nedokáže nahradit manžetový tlakoměr. Po dalším testování a integraci může být pomýšleno na využití systému ve skutečném provozu v rámci asistenční služby pro seniory.

Serverová aplikace je vydána pod licencí Affero GPLv3, uživatelská aplikace je vydána pod licencí Beerware.

Seznam použité literatury

1. Jak funguje GPS technologie a jak ji můžete využívat v každodenním životě [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.positrex.com/blog/jak-funguje-gps-technologie-a-jak-ji-muzete-vyuzivat-v-kazdodennim-zivote/>
2. Amber360 - Aplikace na Google Play [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thinkrace.amber360>
3. *NuGet Gallery | HandyControls* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.nuget.org/packages/HandyControls/>

Příloha A: Obsah přiloženého CD

Název souboru	Popis
Abstract_CZ.pdf	Abstrakt v českém jazyce
Abstract_ENG.pdf	Abstrakt v anglickém jazyce
Assignment.pdf	Zadání práce
SograceManager_src.zip	Zdrojový kód uživatelské aplikace
TCPserver-h16_src.zip	Zdrojový kód serverové aplikace
Keywords.pdf	Klíčová slova v češtině a angličtině
Thesis.pdf	Úplný text práce
