

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA RIADENIA A INFORMATIKY

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: informatika

Dušan Ščensný

Softvér pre komunikáciu s GPS modulom
a zobrazovanie GPS dát

Vedúci: Mgr. Michal Kaukič, CSc.

Reg.č. 77/2009

Máj 2010

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité pramene a literatúru, z ktorých som čerpal.

V Žiline dňa

Podpis.....

Abstrakt

ŠČENSŇÝ, Dušan: *Softvér pre komunikáciu s GPS modulom a zobrazovanie GPS dát*[bakalárska práca] - Žilinská Univerzita v Žiline. Fakulta riadenia a informatiky; Katedra matematických metód. -Vedúci: Mgr. Michal Kaukič, CSc. - Stupeň odbornej kvalifikácie:Bakalár v odbore Informatika. Žilina: FRI ŽU v Žiline, 2010. - 43 s.

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo vytvoriť robustnú aplikáciu, ktorá má komunikovať s GPS prístrojom a zobrazovať GPS dáta. Obvykle sú dáta vo forme trás a významných bodov, ktoré musia byť ukladané v pamäti konkrétnou údajovou štruktúrou. Základné funkcie GPS systému a práca s geografickými dátami sú podrobne vysvetlené, pretože sú dôležité pre pochopenie systému navigácie a prepočtov potrebných pri vykresľovaní dát. Vo výslednej aplikácii bola použitá knižnica Qt pomocou ktorej bolo vytvorené jadro aplikácie aj grafické rozhranie. Vývoj tejto aplikácie podnietilo hlavne to, že na trhu je nedostatok takýchto produktov ktoré sú jednoduché, rýchle a bezplatné. Aplikácia sa dá považovať za prvú fázu vo vývoji v ktorej sú implementované základné prvky softvéru pracujúceho s GPS prístrojom a samotnými mapami.

Kľúčové slová: GPS, Qt, Aplikácia, prístroj

Abstract

ŠČENSŇÝ, Dušan: *Software for communication with GPS module and GPS data visualization*. [Bachelor thesis] - University of Žilina. Faculty of Management Science and Informatics; Department of mathematical methods - Tutor: Mgr. Michal Kaukič, CSc. - Qualification level: Bachelor in field Informatics. Žilina: FRI ŽU v Žiline, 2009. - 43 p.

The object of this Bachelor thesis was to create a robust application, which communicates with GPS device and displays the GPS data. Usually are data in form of tracks and waypoints, which must be saved in memory in concrete data structure. The basic functions of GPS system and work with geographical data are in details explained, because of their important for comprehension of system navigation and calculation needed by drawing data. In final application were used library called Qt by which were created core of application and a graphical interface. Development of this application in main motivate, that at market is lack of this products which are simple, fast and free. Application can be consider in first phase at our development in which are implemented the basic component of software work with GPS device and maps.

Keywords: GPS, Qt, application, device

PREDHOVOR

Práca s mapami fascinovala už mnoho ľudí. Dôvod pre spracovanie tejto témy bol dlhodobý záujem o prácu s mapami a mapovým softvérom, tiež záujem o hlbšie poznanie GPS princípov a častí ktoré vo všeobecnosti nie sú známe.

V úvode tejto práce nájdeme stručne popísaný prechod z histórie až po súčasnosť a zároveň stručný popis výberu softvéru, ktorý je dôležitý pri vývoji a tiež softvéru ktorý je vhodný použiť pri práci s dátami.

V prvých troch kapitolách sú popísané základné prvky týkajúce sa geografie, kartografie a s ňou spojenej projekcie zemského povrchu do mapy. Následne sa v týchto kapitolách pojednáva o fungovaní GPS¹, ktorý je dôležitou súčasťou tejto práce. S navigačnými prístrojmi sa blízko spája protokol NMEA² ktorý sa často používa ako základ pri prenose údajov z prístroja do počítača alebo priamo do softvéru. Programy ktoré sa používajú pri konvertovaní dát často používajú ako prenosový formát GPX³. S formátom sa oboznámime v druhej kapitole. V práci nájdeme aj popis prístrojov na ktorých bola testovaná komunikácia softvéru.

Posledná kapitola sa zaoberá vytvoreným softvérom OSM_Navigation, popisom jeho hlavných častí, ako aj vysvetlenia konkrétnych prvkov použitých pri práci. V tejto kapitole sa nachádza postup na kompiláciu programu, vytváranie závislostí ako aj popis jednotlivých tried nachádzajúcich sa v programe. Softvér je použiteľný pre široké spektrum používateľov a to aj z toho dôvodu že nie je zameraný na konkrétny typ prístrojov.

Rád by som poďakoval všetkým, ktorí mi pri tvorbe bakalárskej práce pomohli, či už cennými radami, pripomienkami, zapožičaním prístrojov alebo pomocou pri zhromažďovaní materiálov. Predovšetkým však poďakovanie patrí vedúcemu bakalárskej práce Mgr. Michalovi Kaukičovi, CSc.

¹**GPS** - globálny pozičný systém

²**NMEA** - národná vojenská asociácia pre elektroniku (national marine electronic association)

³**GPX** - GPS eXchange format = formát na výmenu dát

Obsah

Úvod	4
1 Geografické údaje	6
1.1 ZÁKLADNÉ POJMY V GEOGRAFII	6
1.2 KARTOGRAFICKÁ PROJEKCIA - ZOBRAZENIE MÁP	7
1.2.1 Referenčný elipsoid	8
1.3 GPS	9
1.3.1 FUNKČNOSŤ GPS SYSTÉMU	10
1.4 MOŽNOSTI ZOBRAZENIA MÁP	11
1.4.1 On-line mapy	11
1.4.2 SPÔSOB SŤAHOVANIA KONKRÉTNÝCH ČASTÍ MAPY	12
1.4.3 GOOGLE MAPY	12
1.4.4 OPENSTREETMAP	13
2 Spracovanie dát z GPS prístroja	15
2.1 Protokol NMEA 0183	15
2.2 Formát GPX	16
2.2.1 Element gpx	17
2.3 Skytraq datalogger	18
2.4 GPS babel	19
2.4.1 Príkazy v programe GPSbabel	20
2.4.2 Gebabbel	20

3	GPS prístroje použité v práci	21
3.1	GPS multi tracker	22
3.1.1	Konfigurácia	22
3.1.2	Stahovanie dát a zaujímavých bodov	23
3.1.3	Navigácia	23
3.2	Navilock GPS Bluetooth Receiver BT-308	23
3.2.1	Komunikácia	23
3.2.2	Prijímanie aktuálnej pozície	23
4	Program OSM_Navigation	24
4.1	Výber programovacieho jazyka a vývojového prostredia	24
4.1.1	Qt Creator	25
4.2	Správa závislosti programu	26
4.3	Jazykové formáty programu	27
4.4	Aplikačná a dátová vrstva programu	28
4.4.1	Stahovanie častí mapy	28
4.4.2	Načítanie dát zo súboru	29
4.4.3	Prepočítavanie dát k zobrazeniu trasy	31
4.4.4	Prepočítanie zemepisných súradníc	32
4.5	Užívateľská vrstva - GUI Aplikácia	33
4.5.1	Zobrazenie mapy	33
4.5.2	Pripojenie GPS zariadenia	35
4.5.3	Hľadanie aktuálnej pozície	35
4.6	Licencia aplikácie a použitých knižníc a programov	36
	Záver	36
	Literatúra	37
	Zoznam použitých skratiek	39
	Prílohy	42

ÚVOD

Prácou s mapami sa zaoberali ľudia už v staroveku, z dôvodu zachytenia prvkov nachádzajúcich sa v okolí. Jeden z dôvodov bol, že mapa nás priviedla vždy do cieľa, na miesto kde sme sa chceli dopraviť. Mapy sa využívali a využívajú všade okolo, môžeme to vidieť v histórii ale aj v aktuálnej dobe.

V súčasnosti je snaha zachytiť každúčký detail na mape, vecí a okolnosti ktoré nás zaujímajú, ktoré sú pre nás podstatné. K tomu aby sme mohli zaznamenať na mape rôzne detaily, nás rapídne posúva vpred elektronika z takzvaným GPS systémom. Za posledné dva desaťročia sa trh s touto elektronikou rapídne rozšíril, no nebolo tomu vždy tak.

GPS je skratka pre Globálny pozičný systém, ktorý vyvinula Americká vláda počas studenej vojny. V časoch studenej vojny mal tento systém úplne iný zmysel ako dnes, jeho vývoj napredoval hlavne ako konkurencia Ruskej vláde a jej vývoju. Časté názory na vývoj GPS sú práve tie že s týmto systémom začala USA a je to aj pravda, ale prvý rádiový signál ktorý tento vývoj podnietil prišiel práve z ruskej družice a tak istý podiel na tomto systéme má určite aj Rusko. Americká vláda s vývojom systému napredovala vred. Dnes je tento navigačný systém jediný na trhu dostupný pre verejnosť, ale je všeobecne známe že funkčných pozičných systémov je omnoho viac, ktoré ale pre verejnosť dostupné nie sú.

Tento navigačný systém je spustený od roku 1960 a od vtedy prešiel dlhým vývojom, až po dnešnú podobu. Verejnosti bol sprístupňovaný od roku 1990 do roku 1993 po tomto roku už bol plne prístupný. Americká vláda mala obavy o zneužitie systému a tak až do roku 2000 bola v navigačnom systéme zavedená funkcia selektívnej dostupnosti⁴,

⁴**selektívna dostupnosť** - "Zámerné znepresnenie polohy pre civilných užívateľov GPS, selektívna dostupnosť ang. Selective Availability (SA)"[10]

ktorá degenerovala presnosť na ± 200 metrov. Po zrušení funkcie je dnešná presnosť týchto hodnôt na niekoľko metrov a v špeciálnych geodetických prístrojoch dokonca niekoľko centimetrov.

Vzhľadom na dostupnosť signálu sa prudko rozšíril aj trh s prijímačmi, následkom čoho bol dopyt po softvéroch ktoré by boli schopné tieto dáta zobrazovať. Bežnou požiadavkou používateľov bolo aby bol systém schopný ukladať body alebo trasy, aby ich bolo možné neskôr nájsť. Na to aby sme to dokázali nám vystačí aj lacnejší a tým aj dostupnejší prístroj pre širokú verejnosť, ktorá ho môže využiť na navigovanie, alebo ukladanie dát.

Podnet na výber tejto témy bol hlavne z tohto dôvodu: Prístrojov na navigáciu je široké spektrum, ale naozaj kvalitný softvér pre široké spektrum užívateľov chýba. Cieľ tejto práce ale nebol vyvinúť softvér so všetkými funkciami o ktoré používateľ má záujem, pretože by nato nebol dostatok času počas jednej práce. Snahou bolo vytvoriť základ pre ďalší, kompletnejší vývoj softvéru. Ďalším dôvodom pre spracovanie danej témy bolo vytvoriť si rozhľad medzi už dostupným softvérom⁵ a hardvérom⁶ GPS.

Výber softvéru

Pri výbere softvéru sa často stretávame s problémom nekompatibility s operačným systémom. Dnes máme dostupné rôzne navigačné aplikácie pod OS⁷ Windows ktoré ale nie je možné používať pod OS Linux, alebo inými. Tento problém nám môže vyriešiť správna voľba programovacieho jazyka a vývojového prostredia. V tejto práci sme sa zameriavali na OS Linux, no pri výbere programovacieho jazyka, ako aj vývojového prostredia sme kládli dôraz na kompatibilitu s inými OS aby pri budúcom pokračovaní na tomto projekte ho bolo možné zdieľať aplikáciu širokou verejnosťou.

⁵**softvér** - je označenie pre programové vybavenie počítača

⁶**hardvér** - tu patria všetky počítače a ich súčasti, periférie (zobrazovacie jednotky, zariadenia na vstup a výstup údajov)

⁷**OS** - Operačný systém

Kapitola 1

Geografické údaje

1.1 Základné pojmy v geografii

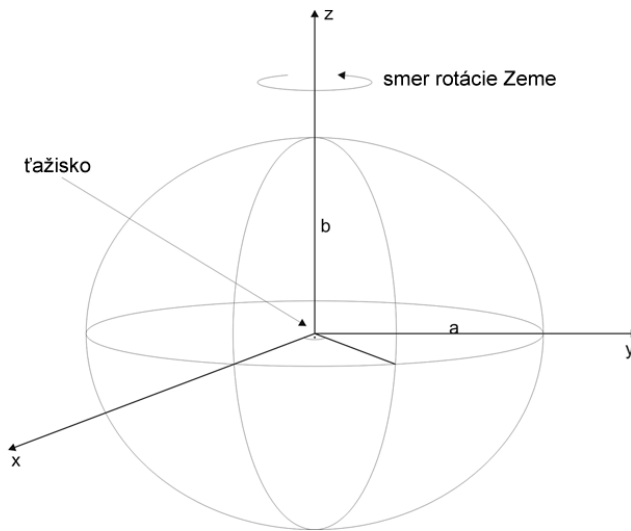
V tejto podkapitole sa vysvetľujú pojmy týkajúce sa geografie, súvisiacej z GPS prístrojmi a súradnicami.

Súradnicový systém "je vzájomne jednoznačné zobrazenie medzi množinou bodov n -rozmerného priestoru a usporiadanou n -ticou skalárov (veličín či čísiel; spravidla reálnych čísiel). Tieto skaláre (pri ktorých záleží na poradí v ktorom sú uvádzané) sa nazývajú súradnice alebo koordináty." [2]

WGS-84 ¹ "WGS 84 je pravotočivá karteziánska sústava súradníc so stredom v ťažisku Zeme (vrátane morí a atmosféry). Kladná os x smeruje ku priesečníku nultého poludníka a rovníka, kladná os z ku severnému pólu a kladná os y je na obe predchádzajúce kolmá v smere doľava (90° východnej dĺžky a 0° šírky), tvorí tak pravotočivú sústavu súradníc" [12]

¹WGS-84 - World Geodetic System 1984

WGS 84



Obrázok 1.1: Systém udávania súradníc

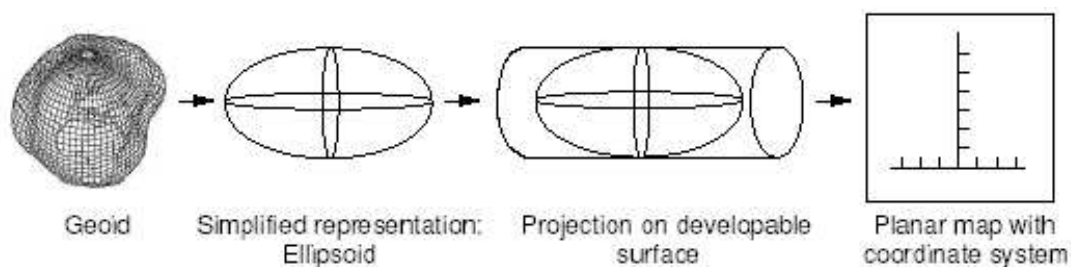
1.2 Kartografická projekcia - Zobrazenie Máp

Prvoradý predpoklad analýzy a tvorby mapových výstupov z geografických (vektorových² alebo rastrových³) údajov je, že sa tieto údaje vzťahujú k jednotnému súradnicovému systému (vysvetlený v predošlej kapitole).

Vo väčšine prípadov sú údaje z rôznych mapových podkladov, ktoré boli vyhotovené v rôznych kartografických zobrazeniach a v rôznych mierkach. Nevyhnutnou súčasťou procesu tvorby priestorovej databázy a mapových výstupov je preto transformácia súradníc objektov medzi rôznymi súradnicovými systémami. Pri spracovaní údajov berieme do úvahy min tri zobrazenia: zobrazenie vstupných máp, interné zobrazenie (v programe), zobrazenie výstupov (dáta). Ideálne je keď sa tieto zobrazenia zhodujú čo sa ale nestáva často.

²**Vektor** - prvok vektorového priestoru (na rozdiel od skaláru je okrem svojej absolútnej hodnoty určený aj smerom a orientáciou)

³**rastrová grafika** - označuje spôsob uloženia grafickej informácie jednotlivých bodov usporiadaných v pomyslenej mriežke



Obrázok 1.2: Zpracovanie zemského povrchu do mapového zobrazenia

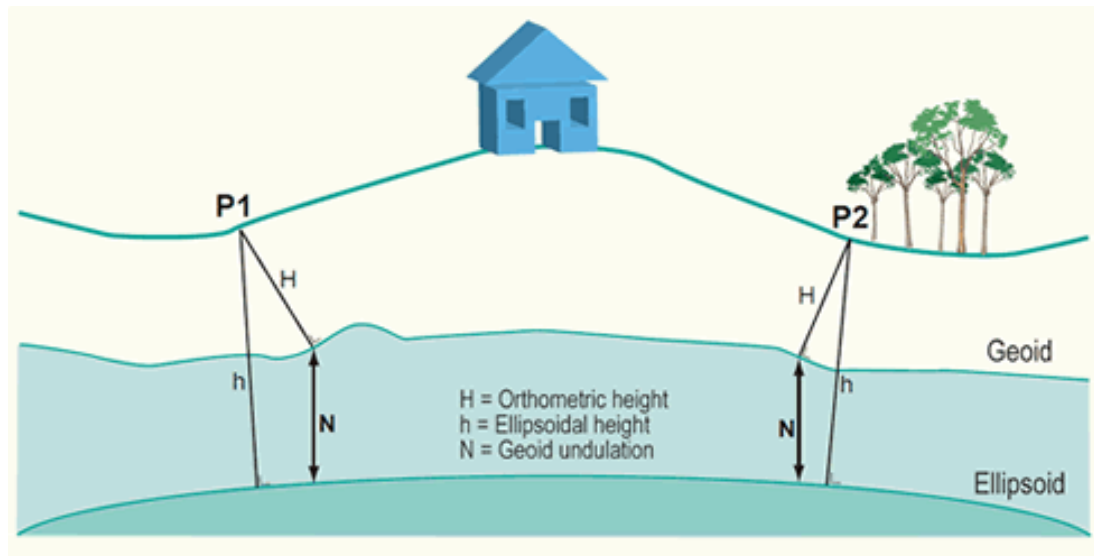
Význam interného kartografického zobrazenia, jednotného súradnicového systému a presnosti kartografických transformácií rastie priamo úmerne s veľkosťou spracovávaného územia a s počtom užívateľov geografickej databázy. Pre lokálne databázy prístupne obmedzenému počtu užívateľov (napr. mapa zelene v intraviláne jednej obce), postačuje zdefinovať lokálny pravouhlý súradnicový systém. Na malých vzdialenostiach sa zakrivenie zemského povrchu môže zanedbať. Na zjednotenie máp zelene všetkých obcí okresu určite budeme potrebovať transformáciu do jednotného súradnicového systému. V prípade medzinárodných projektov, keď záujmové územie presahuje hranice jedného štátu a databázu používajú organizácie z rôznych štátov s rôznymi národnými zobrazeniami a tradíciami, sa vhodné riešenie hľadá ťažko.

1.2.1 Referenčný elipsoid

Matematická aproximácia tvaru Zeme a iných telies vo vesmíre je referenčným elipsoidom. Skutočný tvar zeme je nepravidelný, no nejedná sa len o hory, kopce ale aj samotné moria sú nepravidelne vzdialené od stredu zeme (geoid viď. obrázok 1.3). Vplýva na to nepravidelné rozloženie hmoty zeme a tým aj rôznymi gravitačnými potenciálmi na zemi. Kludová vzdialenosť hladiny mora sa môže líšiť na niektorých miestach zeme až o 100 metrov.

Základným súradnicovým systémom na referenčnom elipsoide sú **zemepisné súradnice**, niekedy tiež nazývané geodetické zemepisné, alebo geografické súradnice. Sú tvorené **zemepisnou (geografickou) šírkou** a **zemepisnou (geografickou) dĺžkou**. Zemepisné poludníky a rovnobežky vytvárajú na referenčnom elipsoide zemepisnú sieť. Referenčný elipsoid sa používa pri definícii štátnych a medzinárodných geodetic-

kých súradnicových systémov, pri tvorbe mapových dielov veľkých a stredných mierok, keď sa vyžaduje minimálne skreslenie.



Obrázok 1.3: Referenčný elipsoid

1.3 GPS

"Global Positioning System, zvyčajne nazývaný GPS (armáda USA ho označuje ako NAVSTAR GPS⁴), je satelitný navigačný systém používaný na zistenie presnej pozície a poskytujúci veľmi presnú časovú referenciu takmer kdekoľvek na Zemi alebo na zemskom orbite. Používa zostavu aspoň 24 satelitov na strednom zemskom orbite." [11].

Tento navigačný systém je funkčný 24 hodín denne, celý čas dokáže poskytovať údaje. Jedná sa o pasívny dĺžkomerný družicový systém. Cieľom tohto systému je poskytovať údaje o polohe na ktorej sa prijímateľ signálu nachádza. Pôvodne bol určený na vojenské účely, na zisťovanie polohy, rýchlosti a času. Neskôr ale americká vláda rozhodla o sprístupnení GPS signálu pre verejnosť. Systém je dostupný neustále vďaka tomu že jeho družice sú rozmiestnené tak aby v každom okamihu na celej zemi boli dostupné aspoň štyri satelitné prijímače. Štyri práve preto lebo tento signál sa vypočítava zo štyroch veličín (viď obr. 1.1) tieto veličiny sú hodnoty x, y, z a posledná

⁴NAVSTAR GPS - NAVigation Signal for Timing And Ranging

potrebná veličina je čas t . V špeciálnych prípadoch nám postačujú aj tri veličiny a to vtedy keď máme jednu z veličín známu. Preto známu, lebo niektoré prístroje sú schopné zistiť nadmorskú výšku (pr. systémy na morských lodiach).

Konkurencia

1. GLONASS⁵ - ruský družicový navigačný systém
2. Galileo - výstavbu realizuje Európska únia. Systém Galileo by mal byť prevádzkyschopný od roku 2010.
3. Compass - vyvíjaný Čínou, regionálne používaný pod názvom Beidou
4. DORIS - systém vyvíjaný Francúzskom

1.3.1 Funkčnosť GPS systému

"To, čo sa deje v každom GPS prijímači by sme mohli opísať ako určovanie polohy meraného bodu z priesečníku gulových plôch, ktorých polomer je daný meranými vzdialenosťami. Tento systém sa nazýva tiež dĺžkomerný systém. Meranou veličinou je doba šírenia rádiového signálu z družicovej antény k anténe GPS prijímača. Rýchlosť šírenia signálu je rovná rýchlosti svetla. Každá družica v navigačnej správe okrem iných údajov posiela aj parametre svojej dráhy z ktorých vieme vypočítať aktuálnu polohu družice (XS , YS , ZS). Keď poznáme súradnice družíc, môžeme polohu užívateľa (X , Y , Z) určiť vypočítaním sústavy troch rovníc o troch neznámych. Problém merania polohy by bol jednoduchý, keby časové základne (hodiny) družice a užívateľa boli synchronné. Hlavný problémom je doba, ktorá uplynie medzi vyslaním diaľkomerného signálu z GPS družice a jeho prijatím užívateľským GPS prijímačom. Časová základňa užívateľského zariadenia je posunutá o neznámy časový interval Dt , ktorý môžeme prepočítať na vzdialenosť $b = c Dt$ (kde c je rýchlosť svetla). K neznámym súradniciam užívateľa pristupuje teda neznáma b a pre výpočet polohy potrebujeme celkom štyri rovnice

⁵GLONASS - Globálny satelitný navigačný systém

$$(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2 = D_i + b$$

$$D_i = c \cdot t_{mi}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \quad "[11].$$

1.4 Možnosti zobrazenia máp

1.4.1 On-line mapy

Vo všeobecnosti majú veľké množstvo dát. Tieto mapy sú rozdelené na množstvo fotografií ktoré sú kalibrované GPS súradnicami tak aby tvorili jeden celok. Počet obrázkov na ktoré sú rozdelené je určený priblížením. Každý obrázok má konštantnú veľkosť v pixloch. Mapy ktoré vidíme sú delené, na konštantnú veľkosť. Čím je priblíženie väčšie tým je počet obrázkov väčší. Pri pohľade na mapu vidíme, že približovaním sa zväčšuje detail na mape. Väčšina užívateľov si pritom vôbec neuvedomí že priblížením sa pozerá na úplne inú fotografiu = mapu rovnakú no z väčším počtom detailov.

V súčasnosti máme možnosť výberu rôznych dostupných on-line máp. Medzi najznámejšie patria:

- OpenStreetMap
- GoogleMaps
- MapQuest
- Yahoo! Maps
- Multimap.com (Spojené kráľovstvo)
- Map24

Každé majú svoje výhody aj nevýhody. V nasledujúcej podkapitole budú niektoré popísané.

1.4.2 Spôsob sťahovania konkrétnych častí mapy

Keďže mapu nemáme dostupnú celú, musíme pri pohybe priebežne sťahovať jednotlivé jej časti. Avšak je nutné vykonať istý numerický prepočet. Tento prepočet sa vykoná podľa aktuálnej pozície GPS. Pri prepočte musíme zohľadniť priblíženie, veľkosť obrázka a samotné súradnice.

Pri sťahovaní obrázka zo serveru zadávame do adresy tri hodnoty:

- prepočítanú zemepisnú šírku
- prepočítanú zemepisnú dĺžku
- hodnotu priblíženia (zvyčajne hodnoty 2-17)

Dostupnosť maximálneho priblíženia určuje typ on-line mapy, rôzne on-line mapy môžu mať rôzne priblíženie.

1.4.3 Google Mapy

Google maps "je bezplatná, on-line mapová služba spoločnosti Google. Ponúka posúvateľné mapy a satelitné snímky celého sveta...

Označenie „satelitné snímky“ však nie je celkom presné, pretože časť záberov s najväčším rozlíšením (prevažne z územia USA, ale aj napr. z Paríža) pochádza z leteckého snímkovania." [5]

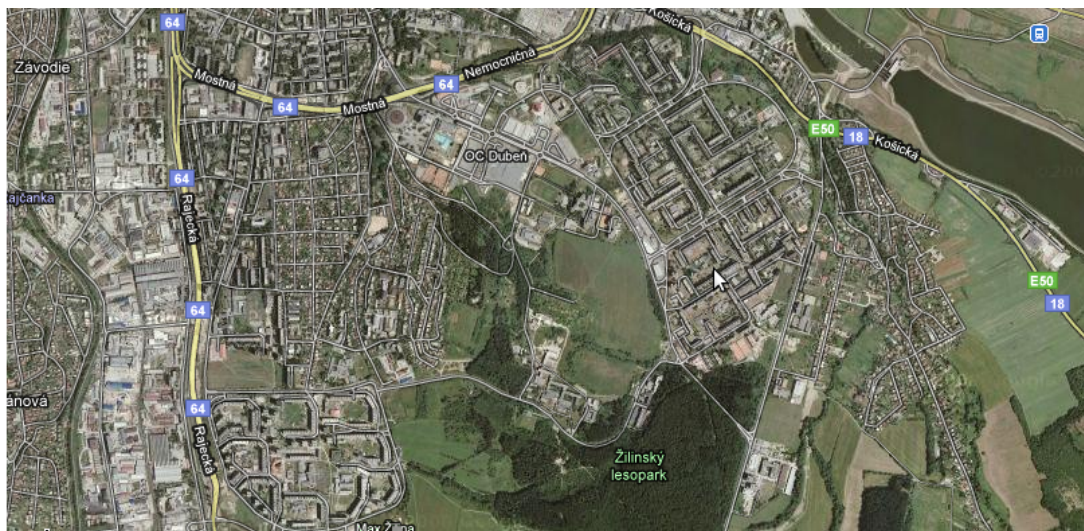
Satelitná snímka

Tento pojem je vlastne fotografia foteňá (snímaná) zo satelitu z výšky približne niekoľko tisíc metrov. Táto fotografia je následne spracovaná kalibráciou⁶ následne je možné mapu použiť na navigáciu príp. určenie polohy. Takýmito mapami disponuje aj spoločnosť Google, pod názvom "GoogleMaps".

⁶**Kalibrácia** - je určenie presných súradníc kalibračných bodov

Satelitné snímky existujú v dvoch typoch:

1. Snímky s komerčného satelitu QuickBird, ktoré sú schopné snímať plochu o rozmeroch (16,5 x 16,5) km. Maximálne rozlíšenie týchto snímok je 60 cm na pixel⁷ (viď. obrázok 1.4). Počas jedného snímania je satelit schopný spojiť až 10 snímok čím vznikne výsledný snímok o veľkosti (16,5 x 165) km
2. Snímky z Amerického programu Landsat, ktorý pracuje od roku 1972. Najnovší satelit, ktorý pracuje v rámci tohto programu je Landsat 7. Tento satelit je schopný snímať maximálnu plochu o rozmeroch (185 x 185) km. Pracuje s rozlíšením 15 m na pixel. Zem je takto neustále snímaná až do súčasnosti.



Obrázok 1.4: Príklad zobrazenia Google Máp

1.4.4 OpenStreetMap

OpenStreetMap(OSM) "je otvorený projekt, ktorého cieľom je tvorba voľných geografických dát, ako sú napríklad cestné mapy. Používa predovšetkým dáta z prijímačov GPS (v režime automatického zaznamenávania súradníc prechádzanej trasy), ktoré sú následne kontrolované a editované. Je založený na kolektívnej spolupráci a na koncepcii Open source⁸." [9].

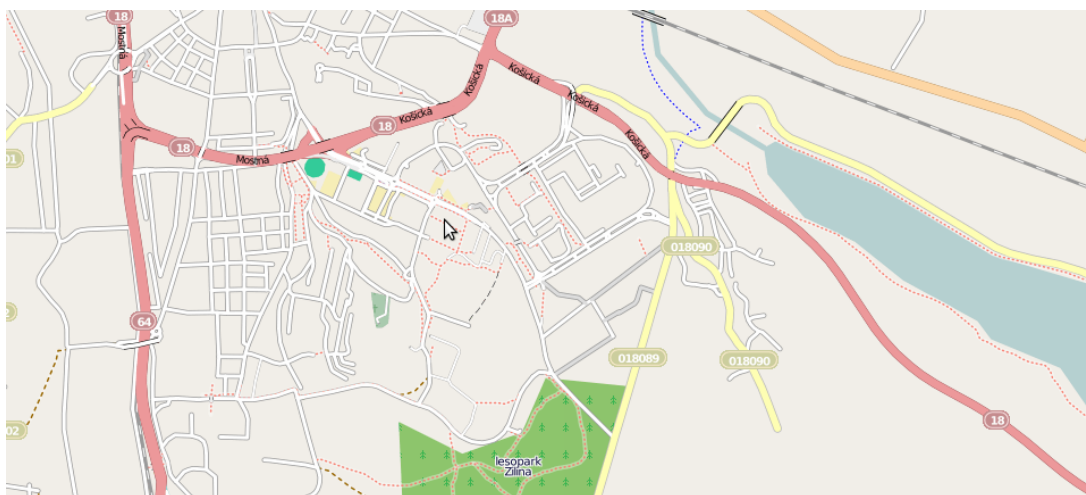
⁷pixel - skratka z angl. picture element - obrazový prvok

⁸Open source - voľne šíriteľný

Tvorba máp a zaznamenávanie ciest do máp sa dá považovať za úspešné vzhľadom na to, že počet používateľov týchto máp stále stúpa. Značne množstvo ľudí láka hlavne to že do tvorby máp sa môžu zapojiť a tak si môžu vytvárať mapy svojho okolia, ktoré následne môže využiť ktokoľvek. OpenStreetMap je nezisková organizácia, ktorej zakladateľ je Steve Coast. Ako organizácia sa tento projekt označuje od roku 2006. Všetky tieto dáta je možné upravovať používateľmi máp. Nato aby sme mohli dáta do databázy nahrávať a aby sa mohli neskôr porovnať je potrebné sa zaregistrovať na stránke <http://www.OpenStreetMap.org>.

Slovenská stránka pre OSM je <http://www.freemap.sk/>

Šírka záberu Mapovacie rozhranie zhrňa síce celý svet ale hlavné body pre mapovanie sa odohrávajú vo Francúzku, Škandinávii, na ostrove Man a v Spojenom kráľovstve. Dáta z územia USA pochádzajú z databázy TIGER⁹.



Obrázok 1.5: Príklad zobrazenia Open Street Map

Zdroj dát nie sú ako by sme možno očakávali z konkrétnej firmy alebo organizácie, ale od bežných používateľov ktorý si svojvoľne snímajú dané trasy. Tieto trasy následne prejdú analýzou a po zhodnotení (porovnaní so satelitnými snímkami družice Landsat7) sa dané trasy zapíšu do mapy. Týmto spôsobom je zaistený ich skutočný stav ich umiestnia.

⁹**TIGER** - vytvorené pri sčítaní ľudu

Kapitola 2

Spracovanie dát z GPS prístroja

2.1 Protokol NMEA 0183

NMEA "Štandardizovaný komunikačný protokol pre prenos dát z GPS do iného elektronického zariadenia (najčastejšie PC) v reálnom čase. Dáta z GPS sú tematicky rozdelené do niekoľkých skupín - ASCII reťazcov a posielené von z prístroja." [10]

Tento protokol na najčastejšie používa pre prenos GPS dát potrebných na zobrazenie pozície používateľa, ktorý smeruje z prístrojov do PC zariadení. Každá veta začína znakom \$. Za znakom \$ pokračuje označenie dát, za ktorým sa nachádzajú konkrétne dáta. Dáta sú oddelené čiarkou, pre dobré rozonanie. V prípade že sa konkrétne dáta nedajú vypočítať (nedostupnosť signálu, nedostatok dát potrebných pre výpočet) sú prístrojom na danej pozícii posielené ako nuly ako prázdne dáta. Niektoré prijímače neposielenajú všetky dáta.

Popis NMEA prvkov Pred každý z kódov sa pridáva príznak GP

RMB = Minimálne potrebné navigačné informácie

RMC = Odporúčané minimálne tranzitné údaje

GGA = Globálny pozičný systém Fixné dáta(zemepisné súradnice, nadmorská výška, počet satelitov a pod.)

VTG = Kvalita a rýchlosť aktuálnej trate

RMA = Minimálne potrebné navigačné informácie

GSV = Viditeľné Satelity

Príklad NMEA dát

Dáta sú dostupné:

```
$GPGGA,110532.538,4910.1966,N,01852.6027,E,0,00,1.4,2.5,M,44.0,M,,00*57
$GPVTG,161.5,T,,M,043.8,N,081.1,K,N*06
```

Dáta nie sú dostupné:

```
$GPGGA,185837.507,0000.0000,N,00000.0000,E,0,00,50.0,0.0,M,0.0,M,,00*74
$GPRMC,185837.507,V,0000.0000,N,00000.0000,E,,,050309,,,*19
```

2.2 Formát GPX

Bol navrhnutý tak, že dáta sú uložené v XML formáte. Tento formát má veľa výhod. GPX (z angl. GPS eXchange Format) je formát súborov pre ukladanie dát vo forme HTML tagov¹. Dáta sú tak vhodné do spracovania počítačom, ale zároveň sú jednoducho čitateľné aj pre človeka. Tento formát je určený hlavne na komunikáciu internetových webov.

Forma GPX vychádza z XML² formátu. Tento formát sa vyvinul z hlavne html štandardu. Vznikol hlavne preto, lebo samotný html formát postupom času nabral na zložitosti a množstve príkazov. XML formát nemá predpísané značky (tagy), no zároveň jeho syntax je podstatne prísnejšia ako u HTML³ dát.

Existujú dve verzie tohto formátu a to:

- 1.0 používaná od roku 2002
- 1.1 používaná od 9. Augusta 2004

¹**tag** - značka metadát

²**XML** - rozšíriteľný značkovací jazyk (eXtensible Markup Language)

³**HTML** - Hypertextový značkový jazyk HyperText Markup Language)

Verzie sú vzájomne kompatibilné. Verzia 1.1 priniesla nasledujúce zmeny:

- tagy s obecnými informáciami o celom súbore sa presunuli do tagu metadata
- miesto tagov url a urlname sa používa nový tag link
- voliteľné rozširujúce tagy sa presunuli do tagu extension

Programy by mali jasne deklarovať s ktorou verziou GPX vedia pracovať, aby sa predišlo situáciám kedy nebude možné niektoré GPX dáta spracovať kvôli nekompatibilite verzie.

2.2.1 Element gpx

Tento element je koreňovým elementom GPX dokumentu

```
"< gpx
  version = " 1.1 [1] "
  creator = " xsd:string [1] " >
    < metadata > metadataType </ metadata > [0..1]
    < wpt > wptType </ wpt > [0..*]
    < rte > rteType </ rte > [0..*]
    < trk > trkType </ trk > [0..*]
    < extensions > extensionsType </ extensions > [0..1]
</ gpx > "[2]
```

Hodnoty v zátvorkách znázorňujú početnosť dát v zázname. Každý začiatkový tag musí mať aj svoju ukončovaciu značku.

Príklad GPX schémy typu waypoint

```
<wpt lat="49.210526565" lon="18.758500053">
  <ele>435.097072</ele>
  <time>2009-10-29T21:50:20Z</time>
  <name>TP1149</name>
```

```

<cmt>TP1149</cmt>
<desc>TP1149</desc>
</wpt>

```

Jednotlivé tagy môžu obsahovať niektoré z atribútov(pr: `lat`,`lon`). Samotné atribúty majú len názvy (žiadne začiatkové ani ukončovacie značky). Názvy tagov sú vždy na začiatku a na konci(pr: `ele`,`wpt`). Tagy musia obsahovať aj začiatkové aj ukončovacie značky.

Príklad GPX schémy typu track

```

<...>
<name> xsd:string </name> [0..1] ?
<cmt> xsd:string </cmt> [0..1] ?
<desc> xsd:string </desc> [0..1] ?
<src> xsd:string </src> [0..1] ?
<link> linkType </link> [0..*] ?
<number> xsd:nonNegativeInteger </number> [0..1] ?
<type> xsd:string </type> [0..1] ?
<extensions> extensionsType </extensions> [0..1] ?
<trkseg> trksegType </trkseg> [0..*] ?
</...>

```

V príklade sú dáta iba popisom(informáciou o trase. Popisy nám slúžia na identifikáciu trasy, pričom existencia jednotlivých popisov je podmienená typom prístroja, ktorý dáta zapisuje. Samotné dáta trás potrebné na vykreslenie sa nachádzajú v časti *trkseg* (názov *trksegType* v príklade).

2.3 Skytraq datalogger

Program vyvíjaný Jesper Zedlitz-om, je schopný spracovať dáta z prístroja s identickým názvom. Tieto dáta ukladá do výstupného formátu GPX. Samotný vývoj softvéru prešiel pod program GPSbabel, no doposiaľ je iba v testovacej verzii. Tento program

nemá GUI interface a spúšťanie prebieha iba v termináli. S programom je možné konfigurovať daný prístroj čo je dôležité pri zapisovaní(logovaní) trás do prístroja. Viac informácii o konfigurácii prístroja sa nachádza v tretej kapitole.

Vzorové príkazy:

```
skytraq-datalogger --info
skytraq-datalogger <OPTIONS> ACTION
skytraq-datalogger --dump > vystup.gpx
- uloží výsledné dáta do súboru vystup.gpx
```

Všetky ostatné informácie sa vypíšu po príkaze info. Používateľ si intuitívne dokáže zvoliť nastavenia prístroja. Časť options je nepovinná(nastavenia prístroja), no v nasledujúcej časti zadávame žiadanú akciu(`--info`, `--dump`).

2.4 GPS babel

GPSbabel konvertuje dáta medzi GPS prijímačmi a mapovými programami. Tiež je vhodný na manipuláciu s týmito dátami. Tento program umožňuje prácu s dátami priamo na úrovni hardvéru t.j. prácu priamo s GPS prijímačmi. Podpora dátových formátov stále stúpa a je dostupný pod rôznymi operačnými systémami. Nekonvertuje ani neposiela mapy. Pracuje len s dátami ktoré sú na mape uložené, dátami ako trasami a zaujímavými bodmi. Pre túto prácu ho bolo vhodné použiť práve preto, že je dostupný pod rôznymi platformami⁴. Komunikácia s prístrojom používaným v tejto práci - Sky_raq data logger bola nedávno implementovaná. Predchádzajúci softvér postačoval na nastavenie komunikácie sťahovanie dát, no nebolo s ním možné nastaviť cieľový bod potrebný na navigáciu s prístrojom. Aby sme mohli použiť tento program museli sme nainštalovať beta verziu programu, pretože stabilná verzia doposiaľ, nepodporovala tento prístroj.

⁴**platforma** = operačný systém

2.4.1 Príkazy v programe GPSbabel

Keďže s programom GPSbabel sa pracuje na úrovni príkazového riadku príkazy na konfiguráciu sú zadávané takýmto spôsobom:

Príkaz na sťahovanie dát

```
gpsbabel -i skytraq,erase -f /dev/ttyUSB1 -o gpx -F suradnice/ke_1.gpx
```

Príkazom žiadame zariadenie o dáta ktoré budú zároveň zo zariadenia vymazané.

Príkaz na nastavenie cieľového bodu

```
gpsbabel -i skytraq,targetlocation=49.56:18.21 -f  
/dev/ttyUSB 0 -o unicsv -F -
```

syntax: gpsbabel = názov programu

-i = input - vstupný typ súboru/prístroja

-f = file - cesta k súboru

-o = output - typ výstupného súboru

-F = File názov súboru do ktorého sa dáta zapíšu

Je nutné podotknúť že vzorové príkazy boli zamerané na konkrétne prístroje ktoré boli v práci používané.

2.4.2 Gebabbel

Tento program je vytvorený ako nadstavba na program GPSbabel. Hlavnými črtami tohto programu je jednoduchosť a jednoúčelnosť. Je vhodným nástrojom na sťahovanie dát a komunikáciu s prístrojmi. Výhodou tohto programu je výber prístrojov, dát a akcií, ktoré sa majú vykonať. Program disponuje aktuálnou databázou prístrojov a formátov, ktoré GPSbabel podporuje.

Kapitola 3

GPS prístroje použité v práci

V GPS prístrojoch nastal široký rozmach práve v dnešných časoch. Máme dostupnú širokú škálu prijímačov z rôznymi presnosťami a to od 10 metrov až po niekoľko milimetrov. V prístrojoch je snaha o čo najpresnejšie dáta, ale z čo možno najnižšou spotrebou energie pre zaistenie čo najdlhšieho času snímania dát. V tejto práci sme mali k dispozícii dva prístroje ktoré boli od seba značne odlišné.

Prvý prístroj mal v sebe zabudovanú vnútornú pamäť a dokázal zapisovať prejdené dáta, zobrazovať aktuálnu pozíciu čo ho robilo zaujímavejším a komplexnejším. Druhý prístroj bol modul na posielanie aktuálnych GPS dát. Výhodou tohto prístroja bol kvalitný signál a tým aj väčšia presnosť.

Spôsob pripojenia

Základným a najbežnejším spôsobom pripojenia GPS prijímača k počítaču je USB¹ pripojenie. Mnoho prístrojov disponuje taktiež pripojením pomocou Bluetooth² prenosu.

Dôležité je čo počas spojenia prenášame. Ak je prijímač schopný ukladať dáta je potrebné nastaviť rôzne atribúty. Ak toho schopný nie je a má možnosť len zistiť aktuálnu pozíciu túto pozíciu posiela do počítača a je na nás ako dáta spracujeme.

¹**USB** - Univerzálna sériová zbernica (Universal serial bus)

²**Bluetooth** - bezdrôtový prenos dát

3.1 GPS multi tracker

Prístroj má rôzne vlastnosti. Je schopný dáta nielen posielať ale ich aj ukladať do svojej pamäte. Prístroj disponuje čipom Venus 6, ktorého výhodou oproti predošlej verzii je hlavne to, že sa vyznačuje lepším výkonom čím zvládne aj horšie podmienky (zlé počasie, miesta medzi budovami a pod.), a zároveň znížením spotreby čoho výsledkom je dlhšia pracovná doba pri rovnakej kapacite napájacej batérie. Tieto dáta sú rozdelené na trasy ktoré sme ukladali a významné body ktoré je možné osobitne značiť. Ďalšou vlastnosťou je navigácia.

3.1.1 Konfigurácia

Na konfiguráciu existuje niekoľko možností. V OS Linux je dostupný program skytraq-datalogger, v ktorom je možné nakonfigurovať všetky dôležité vlastnosti pre ukladanie. Nastaviť môžeme vlastnosti pripojenia a taktiež spôsob kedy má hardware zapisovať dáta do pamäte.

Pri zápise je možné nastaviť:

- ako rýchlo sa máme pohybovať aby systém zapisoval (minimum a maximum)
- aká má byť najmenšia vzdialenosť medzi dvoma bodmi
- aký najmenší čas má byť medzi dvoma bodmi

V prístroji je možné nastaviť čo má robiť ak sa mu zaplní vnútorná pamäť. Máme možnosť prestať zapisovať, alebo zapisovať do pamäte opäť od začiatku.

Možnosti pripojenia

Tento prístroj je možné pripojiť k počítaču dvoma spôsobmi: Cez USB port a cez bezdrôtové pripojenie Bluetooth. V Linuxe zvyčajne pripájame prístroj pod portom *ttyUSB0* v adresári dev: */dev/ttyUSB0*

3.1.2 Sťahovanie dát a zaujímavých bodov

Dáta je možné pomocou programov (spomínaných v druhej kapitole) stiahnuť a následne zobrazíť v programe ktorý podporuje formát GPX. Formát GPX je detailne popísaný v nasledujúcej kapitole.

3.1.3 Navigácia

Systém naviguje jednoduchým spôsobom. Po zapísaní cieľovej súradnice do prístroja je prístroj schopný navigovať k cieľovému bodu na pozícii LF(location finder) a systém nás naviguje pomocou ôsmich diód ktoré ukazujú smer.

Keď sa nám podarí priblížiť do vzdialenosti menšej ako 15 metrov tak pri indikátore Bluetooth pripojenia začne blikáť červená dióda.

3.2 Navilock GPS Bluetooth Receiver BT-308

Prístroj disponuje čipom SiRF StarII ktorý je schopný prevádzky v predtým nemysliteľných podmienkach - hustých lesoch, úzkych uliciach a údoliach, krytých parkoviskách a čiastočne aj v budovách. Občas sa môže pri týchto procesoroch prejavíť dlhší čas spracovania dát a to hlavne pri zmene rýchlosti ako pri jazde autom, na bicykli či chôdzou. Prístroj má iba pripojenie cez Bluetooth.

3.2.1 Komunikácia

Na komunikáciu je potrebné nastaviť prenosovú rýchlosť na 38600 b/s. Na pripojenie k prístroju je potrebné zadať pin kód prístroja, ktorý je nastavený od výrobcu na číslo: 2003.

3.2.2 Prijímanie aktuálnej pozície

Prístroj pošle ako GPS dáta v protokole NMEA 0183 zapísané informácie o počte družíc, pozíciu, celkovú kvalitu signálu atď. Viac o protokole NMEA v 2. Kapitole

Kapitola 4

Program OSM_Navigation

Aplikáciu bola vyvíjaná v jazyku C++ s knižnicami Qt. Prečo práve Qt? Qt je jednoduché rozhranie a programátori ho majú radi. Vývoj tejto aplikácie prebiehal pod operačným systémom Linux a vo vývojovom prostredí Qt Creator. Dokumentácia bola generovaná pomocou aplikácie DoxyGen z komentárov v zdrojovom kóde aplikácie.

Program bol vyvíjaný za účelom vizualizácie dát z gps prístrojov. Dáta sú interpretované na voľne dostupných OpenStreetMap mapách. Program môžeme používať ako s gps prístrojom tak aj bez neho (zobrazovanie trás a bodov).

Základ programu bol použitý z grafických vzorov knižnice Qt graphics-dojo. Viac o grafických vzoroch Qt Graphics Dojo nájdeme na stránke: <http://labs.trolltech.com/page/Graphics/About/Dojo>

4.1 Výber programovacieho jazyka a vývojového prostredia

Pri výbere programovacieho jazyka sme kládli dôraz hlavne na jednoduchosť práce s obrázkami a mapovým zobrazením. Pri rozhodovaní boli zvažované tieto prvky:

1. vhodné vzory pre danú prácu
2. množstvo dostupných knižníc na spracovanie dát
3. detailnosť popisu jednotlivých knižníc

Pri výbere boli hlavnými konkurentmi programovacie jazyky C++, Java a Python. Pri jazyku C++ je dostupné vývojové prostredie QT ktoré je multiplatformové. Java je tiež vhodným konkurentom vzhľadom na vyspelosť vývojového prostredia. V jazyku Python v spojení s Qt knižnicami vzniklo tzv. PyQt s ktorým je možné pracovať vo vývojovom prostredí Eric4.

Na vývoj softvéru v jazyku Qt môžeme mať viacero dôvodov. Toto prostredie nám ponúka kompletnú sadu nástrojov ako vývoj GUI, programovanie až po preklad aplikácie do viacerých jazykov. Samotný C++ jazyk v spojení z Qt knižnicami sa javí ako výkonnejší oproti jazyku Python v spojení s PyQt. Pri vykresľovaní dát tento jav môže značne ovplyvniť naše rozhodnutie.

Qt knižnica je rozsiahla a obsahuje všetky potrebné prvky pri vývoji softvéru. Aké nástroje na tvorbu Qt poskytuje môžeme vidieť aj vo vzorových príkladoch ktorých je veľké množstvo.

Qt je multiplatformový¹ framework² vytvorený na vývoj aplikácií.

Vývojové prostredie sa skladá z viacerých prostriedkov a to:

- Qt Creator - hlavný vývojový nástroj
- Qt Designer - nástroj na grafické spracovanie GUI
- Qt Linguist - vytvára podporu pre viacjazyčné aplikácie, vytváranie prekladov
- Qt Assistant - dokumentácia pre knižnicu QT

4.1.1 Qt Creator

Nástroj určený pre vývoj aplikácií. Pri kompilácii sa zobrazuje výstup kompilácie. Počas behu aplikácie môžeme vidieť výpisy priamo v prostredí.

¹**multiplatformový** - softvér podporujúci rôzne platformy(Linux, Windows, MAC OS)

²**framework** - prostredie, v ktorom je organizovaná a napísaná ďalšia aplikácia, no je napísaná v tom istom jazyku

Pri kompilácii si môžeme vybrať či budeme vytvárať debug mód, alebo konečnú verziu programu. V samotnom prostredí je možnosť program debugovať.

4.2 Správa závislosti programu

Tento nástroj umožňuje vytvorenie Makefile súboru, ktorý je potrebný pri kompilácii väčšieho programu. Nástroj funguje bez rozdielu softvérovej platformy. Kompilátor vyvára samotný Makefile súbor podľa toho v akej platforme sa nachádzame pretože pre samotnú platformu kompilátor ukladá konštanty ktoré sú v každej platforme špecifické. Veľkou výhodou tohto nástroja je že nám stačí vedieť malé množstvo informácií ku kompilácii samotného programu.

Projekt bol vytvorený vo vývojom prostredí Qt Creator a toto prostredie si od začiatku generuje projektový súbor (.pro) tento súbor aj automaticky dopĺňa podľa toho či pridávame ďalšie hlavičkové a zdrojové súbory.

Na vytvorenie závislostí programu nám stačí zadať príkaz:

```
qmake-qt4 OSM_Navigaton.pro
```

Pri vytváraní Makefile súboru v prostredí Qt Creator sa pridávajú ďalšie časti do príkazu podľa toho či je samotný program kompilovaný v debug verzii alebo release.

Po vytvorení Makefile súboru stačí program skompilovať príkazom make. Príkaz make môžeme použiť s rôznymi príponami, podľa toho čo chceme vykonať, čo zobrazíť.

Príklad príkazu:

```
make -w
```

Musíme nachádzať v priečinku v ktorom je vytvorený súbor Makefile. príkaz si ho vie automaticky nájsť. Jednou z používaných prípon je aj **-f [názov súboru]**(. Pri kompilácii väčšieho programu na počítači s viacerými jadrami je vhodné použiť príponu **-j [počet jadier na ktorých chceme kompilovať program]**

4.3 Jazykové formáty programu

Balík Qt podporuje multijazyčné aplikácie. V aplikácii bola snaha o dodržanie základných pravidiel pre vytvorenie multijazyčnej aplikácie. Ako základný jazyk každej aplikácie sa zvyčajne používa angličtina v tejto aplikácii je to podobne. Viditeľné súčasti ako tlačidlá a ponuky sú v anglickom jazyku. K tomu aby sme mohli preložiť čitateľné prvky na mape, je potrebné zapisovať ich názvy v kóde pomocou funkcie `tr("text")`, táto funkcia je statickou metódou všetkých grafických objektov v knižnici Qt.

Príklad použitia:

```
QPushButton *home = new QPushButton(tr("Žilina"));
```

Použitím funkcie `tr` budú zaistená možnosť pre multijazyčnosť aplikácie.

Pre nastavenie programu potrebujeme urobiť nasledujúce štyri kroky:

1. inicializovať preklady
2. pridať do projektového programu preklady
3. vytvoriť prekladový súbor
4. po úprave aktualizovať projektový súbor

Po splnení krokov bude aplikácia automaticky načítavať domáci jazyk nastavený v operačnom systéme.

Inicializácia prekladov:

```
QApplication app(argc, argv);
QTranslator appTranslator;
appTranslator.load(QString("OSM_Nav_") +QLocale::system().name());
app.installTranslator(&appTranslator);
app.setApplicationName("OSM_Navigation");

return app.exec();
```

Kód je potrebné vložiť do hlavnej časti programu pred spustením aplikácie, tú je ale potrebné kompilovať po vykonaní ďalších troch spomínaných krokov.

Pridanie prekladov do projektového súboru:

```
TRANSLATIONS += OSM_Nav_en.ts
```

Prekladový súbor vytvoríme zadaním príkazu do shellu³:

```
lupdate OSM_Navigation.pro
```

Tento príkaz musíme opakovať po každom pridaní súčastí do programu ktoré sú používateľovi viditeľné a bude ich potrebné prekladať do iného jazyka.

Pri každej zmene v prekladovom súbore je potrebné vykonať príkaz:

```
lrelease OSM_Navigation.pro
```

Samotná aplikácia pri inicializácii kontroluje či je domovský jazyk vytvorený a ak nie je tak inicializuje základný jazyk čo je v našom prípade angličtina.

4.4 Aplikačná a dátová vrstva programu

Aplikačná časť vytvára tzv. jadro programu, v ktorom prebiehajú všetky dôležité výpočty, potrebné pre neskoršie vykresľovanie.

4.4.1 Sťahovanie častí mapy

Mapy program sťahuje len ak sme ešte na danej pozícii neboli, ak sa tak stalo tak mapy má už program stiahnuté na disku. Mapa je rozdelená na malé časti o konštantnej veľkosti v pixloch (v našom prípade je to 256*256 bodov). Z toho vyplýva že čím je priblíženie väčšie tým potrebujeme viac obrázkov na pokrytie celej mapy. Na prístup k internetovej adrese sme použili nasledujúcu knižnicu:

³**shell** - príkazový riadok v Linuxe

QUrl Knižnica umožňuje komunikáciu s akoukoľvek url adresou. v našom prípade sme ju používali v tomto tvare:

```
QString path = "http://tile.openstreetmap.org/%1/%2/%3.png";  
m_url = QUrl(path.arg(zoom).arg(grab.x()).arg(grab.y()));
```

Argumenty do tejto adresy sú vypočítavané a pridávané podľa zemepisných súradníc na ktorých sa nachádzame. Trieda QUrl sa používa v triede QNetworkAccessManager ktorá si dané obrázky ukladá do vopred vyhradenej pamäte. Postupne sa kontroluje každá časť mapy a ak sa hľadaná mapa na disku nenachádza, tak sa program pokúša danú časť stiahnuť pomocou spomínaných tried. Po kontrole úspešnosti stiahnutia konkrétnej časti mapy program obrázkov uloží na disku. Pomocou tejto triedy vieme načítavať dáta do triedy QHash.

QHash je trieda na hešovanie⁴ dát v našom prípade hešovanie obrázkov. K tejto triede je potrebné pripraviť hešovaciu funkciu pomocou ktorej sú dáta rozoznávané. V tomto programe bola použitá táto hešovacia funkcia:

```
uint qHash(const QPoint& p){  
    return p.x() * 17 ^ p.y();  
}
```

Ako kľúč v tejto funkcii bol argument bod(x,y) a pomocou tohto kľúča sa počas behu programu vyhľadávajú konkrétne časti mapy.

4.4.2 Načítanie dát zo súboru

Načítanie dát zo súboru prebieha vo formáte GPX, ak máme vstupné dáta v inom formáte je možné pomocou programu gpsbabel, ku ktorému existuje GUI aplikácia (Gebabbel). Vďaka tejto aplikácii môžeme dáta konvertovať do potrebného formátu a následne použiť v programe na vykreslenie dát.

⁴**Hešovacia funkcia** - funkcia, ktorá prevádza vstupný reťazec do výstupného pomocou predpísaného kódu. Reťazec označujeme ako heš (angl. hash) a jeho dĺžka je závislá od zvolenej funkcie a musí mať fixnú dĺžku.

Na načítavanie dát v programe je vytvorená trieda `Tracks`. V triede prebieha rozdelenie dát do jednotlivých zložiek, t.j. tratí a zaujímavých bodov(waypointov). Na čítanie z GPX súboru existuje v Qt modul `QtXml`. V tomto module sa nachádzajú všetky triedy potrebné na čítanie, zápis aj vytváranie XML súborov. Dát z trás je vo všeobecnosti oveľa väčšie množstvo ako zaujímavých bodov.

Vzhľadom na to že v tomto programe boli využívané hlavne triedy z knižnice Qt, nebolo to inak ani pri načítavaní súboru. Pri čítaní bola použitá trieda **`QFile`** pomocou ktorej sa pracuje so súbormi. Pri výbere cieľového súboru sme použili triedu **`QFileChooser`** v ktorej sa dá jednoducho nastaviť filter na konkrétny typ súboru (v našom prípade *.gpx). Pred začatím čítania zo súboru sa súbor otvorí na čítanie ako textový.

Pri rozdeľovaní súboru na jednotlivé časti boli potrebné nasledujúce triedy:

`QXmlStreamReader` Trieda do ktorej sa načítali dáta zo súboru. V triede je možné jednoducho čítať XML tagy a preto bola použitá. Pri rozdeľovaní dát postupne kontrolujeme meno konkrétneho tagu a podľa toho sa rozhodujeme čo ďalej urobiť.

`QXmlStreamAttributes` Gps dáta sú uložené ako atribúty a preto je použitá táto trieda. Trieda vytvára z konkrétnych atribútov vhodné dáta na spracovanie. V našom prípade sú to zemepisné súradnice potrebné na vykreslenie trás a zaujímavých bodov. Tieto body je vhodné ukladať s použitím triedy `QPointF`, ktorá reprezentuje triedu s bodmi x,y s dátovým typom reálneho čísla. V Qt moduloch existuje trieda `QVector` ktorá reprezentuje dynamické pole. Túto triedu bolo vhodné využiť na vytvorenie jednotlivých trás a tiež zaujímavých bodov. Keďže trás býva v jednom súbore viacej tak ako riešenie boli vybrané kontrolné body pomocou ktorých sa trasy neskôr rozdelia na jednotlivé časti. Zoznam trás je tak reprezentovaný triedou `QVector<QPointF>` a to preto lebo samotné trasy je nutné uchovať vo forme zemepisných súradníc počas celého ich životného cyklu v aplikácii.

4.4.3 Prepočítavanie dát k zobrazeniu trasy

Zobrazovanie dát prebieha paralelne s vykresľovaním mapy. Súbor a samotné rozdelenie dát na trasy a zaujímavé body prebehne osobitne a dáta vstupujú k vykresleniu ako návratová hodnota z triedy *Tracks*, funkcie *open*.

Dáta, ako už bolo spomínané sú vo formáte zemepisných súradníc a v tejto forme ich dostáva trieda **LightMaps**, v tejto triede nastane prepočet jednotlivých súradníc do bodov na mape. Trieda oddeľuje výpočty od ich vykreslenia a to takým spôsobom, že po prepočte posielajú tieto dáta triede *SlippyMap*. Pri posielaní dát, týkajúcich sa zaujímavých bodov nie sú dáta v zložitej triede ich štruktúra sa mení z reálnych hodnôt do celých čísel typu *int* a to takýmto spôsobom:

Kód v programe:

```
QVector<QPoint> waypoints;
QPoint p;

for(int i=0;i < waypointCoor.size();i++){
    p = getPixelFROMlatitude(waypointCoor.at(i));
    if(rangeIn(p,0)){
        waypoints.append(p);
    }
}

m_normalMap->setWpt(waypoints);
```

V tejto funkcii získavame zo vstupných GPS súradníc ich hodnoty v pixloch. Funkcia *rangeIn* vracia hodnotu true, ak sa daný bod nachádza na viditeľnej časti mapy. Výhodou takejto kontroly je rýchlejšie vykreslenie dát pretože program sa nesnaží vykresliť dáta mimo viditeľnej plochy. Pri vykresľovaní trás je problematika omnoho väčšia a to preto, lebo ak existuje trasa ktorá má väčšie množstvo bodov (trasa nasnímaná pri chodení z jedného miesta na druhé a naspäť) musíme vykresliť nie jednu súvislú čiaru ale viacero čiar ktoré ale tvoria jednu trasu. Tento problém sa rieši v programe

takým spôsobom, že trasa je rozdelená na viacero častí pomocou triedy *QPolygon* a to v dátovej štruktúre typu: *QVectorQPolygon*. Touto štruktúrou nie je ešte vyriešený problém viacerých trás a tak bolo potrebné vytvoriť ďalšiu dátovú štruktúru ktorá je dynamickým poľom predošlej.

Príklad:

```
typedef QVector<QPolygon> PolygonVector; //Vektor polygónov
void setTrack(QVector<PolygonVector> pg);
```

4.4.4 Prepočítanie zemepisných súradníc

Ako pri spustení programu tak aj pri každom prekresľovaní (deje sa vtedy ak mapu posúvame) musíme prepočítať novú hodnotu zemepisných súradníc. Pri tomto posune sa mení hodnota gps súradnice nachádzajúca sa v strede mapy. Nová stredová pozícia sa dá vypočítať takto:

```
QPointF dx = QPointF(delta) / qreal(tdim);
QPointF center = tileForCoordinate(latitude, longitude, zoom) - dx;
latitude = latitudeFromTile(center.y(), zoom);
longitude = longitudeFromTile(center.x(), zoom);
invalidate();
```

Hodnota dx je vypočítaná ako zmena pohybu a vydelená veľkosťou obrázka mapy. Funkcia *tileForCoordinate* nám zo zadaných zemepisných súradníc a aktuálneho priblíženia vypočíta pozíciu takto:

```
QPointF tileForCoordinate(qreal lat, qreal lng, int zoom)
{
    qreal zn = static_cast<qreal>(1 << zoom);    //zn = 2^zoom
    qreal tx = (lng + 180.0) / 360.0;
    qreal ty = (1.0 - log(tan(lat * M_PI / 180.0) +
                        1.0 / cos(lat * M_PI / 180.0)) / M_PI) / 2.0;
    return QPointF(tx * zn, ty * zn);
}
```

Následne odčíta hodnotu dx a nový centrálny bod je vyjadrený hodnotou `center`. Pre spätný prepočet do súradníc slúžia funkcie `latitudeFromTile` a `longitudeFromTile` tie nastavlia nové hodnoty súradníc. Funkciou `invalidate` prepočítame pozície nových častí máp.

4.5 Užívateľská vrstva - GUI Aplikácia

GUI aplikácie sa skladá z prvkov Qt knižnice. Qt knižnica je veľmi rozsiahla a v samotnej aplikácii je využitá len malá časť jej prvkov. Samotné GUI komunikuje s aplikačnou vrstvou pomocou modulu `QtCore`. Modul používa mechanizmus ktorý je jednoduchý a veľmi výhodný a aj preto je v tejto aplikácii využívaný. Aplikačná vrstva reaguje pomocou slotov⁵ a GUI aplikácia vysiela Signál⁶. Každá vonkajšia reakcia ktorú je vidieť pri práci s aplikáciou je realizovaná takýmto spôsobom.

4.5.1 Zobrazenie mapy

Veľkosť zobrazenej mapy je daná veľkosťou otvorenej aplikácie. V našom prípade je aplikácia spúšťaná s rozlíšením 800x600 bodov. Mapa sa nevykresľuje ako celok ale je postupne vykresľovaná triedou `QPainter`. Program vykresľuje časť mapy ktorá je aktuálne potrebná, táto časť sa môže zmeniť napr. pri posúvaní mapy do niektorého zo smerov. Príklad vykreslenej mapy môžeme vidieť na obrázku 4.1

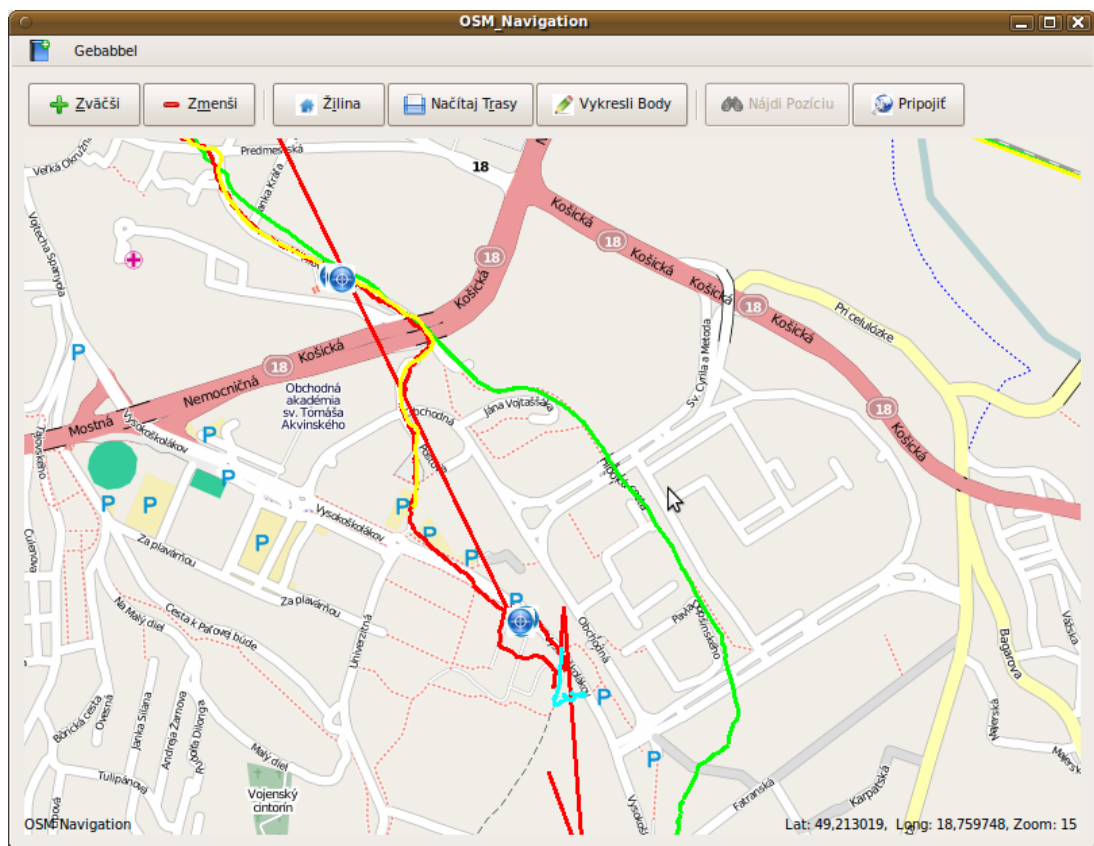
Pri zmenšení alebo zväčšení mapy musíme prekresliť na mape nové časti pretože pri priblížení alebo vzdialení sa nám mierkou zmenil obrázok na obrázok s iným detailom čo môžeme spozorovať aj úplne iným snímkom.

Základné zmeny ktoré sa pri prekresľovaní dejú môžeme rozdeliť na dve časti:

- presúvanie sa po mape
- zmena veľkosti mierky (`zoomovanie`)

⁵**Slot** - funkcia, ktorá je volaná pri konkrétnom signáli

⁶**Signal** - je emitovaný pri konkrétnej udalosti



Obrázok 4.1: Trasa a významné body vykreslené na OSM mape

Presúvanie sa po mape Program si pamätá jednu základnú súradnicu v jeho strede tzv. center. Od tejto súradnice sa odvíja celková poloha mapy ktorá je viditeľná.

Posun po mape je riešený dvoma spôsobmi:

- posun klávesovými šípkami
- posun uchytením mapy myšou presun do žiadanej časti

Pri každej zmene mapy je potrebné v aplikačnej časti programu prepočítať nové hodnoty každej časti mapy.

Zmena veľkosti mierky Ak chceme mapu zmenšiť, alebo zväčšiť môžeme tak urobiť viacerými spôsobmi:

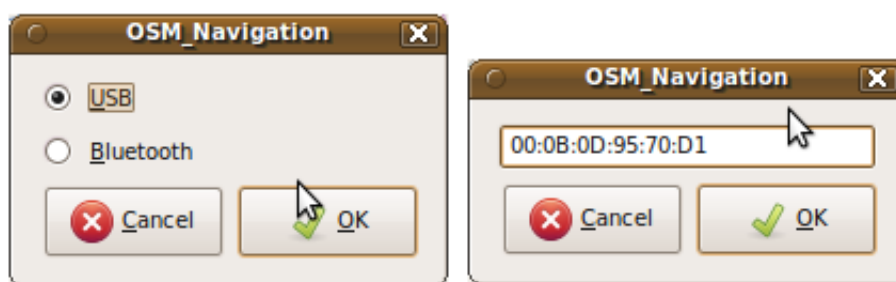
- dvojkliknutím na plochu mapy (ľavé tlačidlo priblíži mapu a pravé mapu vzdiali)
- rolovaním kolieskom myši

- kliknutím na tlačidlá priblíženia a vzdialenia

Pri týchto úkonoch sa vyvolávajú funkcie ktoré zmenia nastavenia priblíženia mapy (zoom-u) a následne sa vyvolá prekreslenie mapy.

4.5.2 Pripojenie GPS zariadenia

V tejto aplikácii existujú dve možnosti ako zariadenie pripojiť. Na výber nás v aplikácii vyzve podoknom (obr. 4.2). Prvá možnosť je pripojenie pomocou USB portu kde po pripojení vytvára OS port *ttyUSB0*. Z tohto portu je možné čítať dáta vo forme NMEA protokolu. Druhou možnosťou je pripojiť zariadenie pomocou bezdrôtového pripojenia Bluetooth. V aplikácii je potrebné zadať MAC⁷. V prípade, že si v aplikácii zvolíme bezdrôtové pripojenie musíme zadať MAC adresu zariadenia (obr. 4.2). Po úspešnom pripojení už je možné čítať potrebné dáta.



Obrázok 4.2: Výber spôsobu pripojenia

4.5.3 Hľadanie aktuálnej pozície

Hľadanie aktuálnej pozície má určitú postupnosť krokov. Ak je GPS zariadenie aktívne. Môže sa spustiť vyhľadávanie aktuálnej pozície. Prijem dát je riešený podprocesom ktorý spustí príkaz na čítanie dát z jedného z portu (USB – *ttyUSB0*, Bluetooth – *rfcomm0*).

Prístroj posiela dáta v protokole NMEA, dáta stačí rozdeliť a vhodne použiť na zistenie aktuálnej pozície.

⁷MAC - Riadenie prístupu k médiu (Media Acces Control) = hardvérová adresa

Po výzve používateľa sa výsledné dáta načítajú a pravidelne zobrazujú na mape. Vizualným výsledkom je mapa na ktorej je zobrazená naša aktuálna pozícia.

Príkazy na čítanie dát:

```
cat /dev/rfcomm0 - v prípade pripojenia cez Bluetooth  
cat /dev/ttyUSB0 - v prípade zariadenia pripojeného cez USB
```

4.6 Licencia aplikácie a použitých knižníc a programov

V programe boli použité najmä Knižnicou Qt , ktorá je pod licenciou GNU⁸ GPL 2⁹ pre nekomerčné využitie.

Program Gebabbel má licenciu GNU GPL 2 a vlastníkom práv je Christoph Eckert. Program GPSbabel dovoľuje použitie pod licenciou GNU GPL 2, samotné časti programu môžu byť pod licenciou vlastníka samotnej časti.

⁸GNU -

⁹GPL - General public licence

Záver

Úlohou v tejto práci bolo vytvorenie aplikácie ktorá bude schopná zobrazovať GPS dáta a komunikovať prístrojmi. Požiadavky na aplikáciu v jej prvej fáze môžeme považovať za splnené. Ako ďalšie časy ktoré boli do aplikácie pridané sú multijazyčný preklad, ktorý je vhodný hlavne pri zdieľaní takejto aplikácie na internete. Aplikácia bude voľne dostupná, teda je možné ju využívať na študijné ale aj praktické účely pri zobrazovaní trás a aktuálnej pozície.

Vo svojej prvej fáze je možné aplikáciu spúšťať na rôznych linuxových operačných systémoch v jej plnej funkčnosti. Aplikácia nie je náročná a je možné ju spúšťať aj pri menej výkonnom hardvéri. Samotné vykresľovanie trás je už v aktuálnej verzii plne funkčné aj pri iných platformách.

V tejto práci sme si ozrejmili prácu s Qt knižnicou. Veľký prínos mala aj pre samotné geografické poznatky keďže sme sa často zaoberali výpočtami spoločnými s geografiou.

Pri porovnávaní formátov sa nám ako najvhodnejší javí formát GPX a aj preto bola práve pre tento typ súboru podporovaná vizualizácia. Samotné programy ako gpsbabel majú podporu aj grafického rozhrania ktoré sa podarilo implementovať do samotnej aplikácie. Prevod dokáže hravo zvládnuť aj menej znalý používateľ tohto programu.

Do budúcnosti je možné aplikáciu rozšíriť o ďalšie moduly, ktoré ju budú robiť komplexnejšou a robustnejšou.

Literatúra

- [1] GPSbabel - časť skytraq datalogger. [2010] Dostupné na:
<http://www.gpsbabel.org/html/doc-development/fmt_skytraq.html>
- [2] Marián Jurík - GOL, diplomová práca . [2008] [Cit. 2010.2.22] Dostupné na:
univerzitná knižnica
- [3] GPX format Dostupné na:
<<http://www.topografix.com/gpx.asp>>
- [4] GPX ďalšie informácie [2009] Dostupné na:
<<http://wiki.geocaching.cz/index.php?title=GPX>>
- [5] Google mapy. [2010] [Cit. 2010.4.16] Dostupné na:
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Google_Maps>
- [6] Kartografická projekcia. [1996] Dostupné na:
<<http://nic.sav.sk/logos/journals/geoinfo/0196/milan.html>>
- [7] Qt Classes. [2010] Dostupné na:
<<http://doc.trolltech.com/3.3/classes.html>>
- [8] Qt Graphics dojo. [2008] Dostupné na:
<<http://labs.trolltech.com/page/Graphics/About/Dojo>>
- [9] Open Street mapy. [2010] [Cit. 2010.4.16] Dostupné na:
<<http://sk.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>>
- [10] Slovník pojmov týkajúcich sa GPS systému. [2010] [Cit. 2010.3.11] Dostupné na:
<<http://www.commander.sk/index.php?dok=0094>>

- [11] Wikipédia: Global Positioning System. [2010] [Cit. 2010.4.7] Dostupné na: <http://sk.wikipedia.org/w/index.php?title=Global_Positioning_System&oldid=2923803>
- [12] Wikipédia:Svetový geodetický systém 1984 [2009][Cit. 2010.4.20]Dostupné na: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Svetový_geodetický_systém_1984>
- [13] Navilock GPS Bluetooth Receiver BT-308. [2010] Dostupné na: <<http://www.gpstechologies.com.au/bt308.htm>>
- [14] Protokol NMEA, popis. [2010] Dostupné na: <<http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>>
- [15] GPS MULTITRACKER manual(MT5013)[online]. [s.a.] [Cit. 2010.3.11] Dostupné na: <http://www.media-tech.eu/upload/manuals/MT5013_EN_user_manual.pdf>

Zoznam použitých skratiek

GPS - globálny pozičný systém

OSM - Open street map

NMEA - national marine electronic association

GPX - GPS eXchange format = formát na výmenu dát

OS - Operačný systém

WGS-84 - World Geodetic System 1984

NAVSTAR GPS - NAVigation Signal for Timing And Ranging

GLONASS - Globálny satelitný navigačný systém

XML - eXtensible Markup Language(rozšíriteľný značkovací jazyk)

HTML - HyperText Markup Language(Hypertextový značkový jazyk)

USB - Univerzálna sériová zbernica (Universal serial bus)

MAC - Riadenie prístupu k médiu (Media Acces Control) = hardvérová adresa

GNU - „GNU Nie je Unix“ (angl. „GNU's Not Unix“)

GPL - General public licence

Zoznam obrázkov

1.1	Systém udávania súradníc	7
1.2	Zpracovanie zemského povrchu do mapového zobrazenia	8
1.3	Referenčný elipsoid	9
1.4	Príklad zobrazenia Google Máp	13
1.5	Príklad zobrazenia Open Street Map	14
4.1	Trasa a významné body vykreslené na OSM mape	34
4.2	Výber spôsobu pripojenia	35

Prílohy

DVD obsahujúce:

1. Elektronickú verziu bakalárskej práce
2. Inštalačný balík programu OSM_Navigation
3. Používateľská a programátorská príručka s návodmi na inštaláciu

Súhlasím, aby sa bakalárska práca s názvom Softvér pre komunikáciu s GPS modulom
a zobrazovanie GPS dát požičiavala v knižnici na študijné účely.

V Žiline dňa

Podpis.....

Dušan Ščensný