

Slovenská technická univerzita v Bratislave
FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

FIIT 13428-47981

Bc. Martin Jánoš

APLIKOVANIE GPS ZARIADENIA AKO TURISTICKÉHO SPRIEVODCU

Diplomová práca

Študijný program: Počítačové a komunikačné systémy a siete
Študijný odbor: 9.2.4 Počítačové inžinierstvo
Miesto vypracovania: Ústav počítačových systémov a sietí, FIIT STU v Bratislave
Vedúci práce: Ing. Peter Pištek

máj 2012

ANOTÁCIA

Slovenská technická univerzita v Bratislave

FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Študijný program: POČÍTAČOVÉ A KOMUNIKAČNÉ SYSTÉMY A SIETE

Autor: Bc. Martin Jánoš

Diplomový projekt: Aplikovanie GPS zariadenia ako turistického sprievodcu

Vedenie diplomového projektu: Ing. Peter Pištek

máj, 2012

Táto práca, zaoberajúca sa vývojom GPS aplikácie, je rozdelená na dve hlavné časti. V prvej, analytickej, rozoberá vlastnosti telematických aplikácií, technológie GPS, produktu MOD a existujúcich navigačných systémov spolu s porovnaním ich vybraných vlastností. Telematické aplikácie spájajú poznatky z telekomunikácií a z informatiky. Používajú sa prevažne v automobiloch v cestnej premávke. Spolu s technológiou GPS sú súčasťou navigačných systémov. Produkt MOD, zaoberajúci sa prezeraním mediálneho obsahu počas jazdy vozidlom, je možné rozšíriť o funkcie na plánovanie cesty, kategorizáciu a podľa nej zobrazovanie záujmových bodov z kultúrneho, záujmového, či používateľom definovaného hľadiska. V druhej časti predstavujúcej opis riešenia sa zúžitkujú poznatky z analytickej časti na vytvorenie samotnej špecifikácie požiadaviek a návrhu riešenia. Záver druhej časti sa zaoberá implementáciou finálnej aplikácie, ktorá poskytuje zobrazenie pozície, trasy a vybraných záujmových bodov na mape, ktorých prítomnosť je možné oznámiť cestujúcim.

ANNOTATION

Slovak University of Technology in Bratislava

FACULTY OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Degree Course: COMPUTER AND COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS

Author: Bc. Martin Jánoš

Diploma project: Application of GPS device as a tourist guide

Supervisor: Ing. Peter Pištek

2012, May

This work deals with a development of GPS application and it is divided into two main parts. The first part contains an analysis of Telematic applications, GPS technology, MOD product and description and comparison of existing solutions which are navigation systems in this case. Telematic applications combine the features of telecommunications and informatics systems. They are used mostly in cars in road traffic and together with GPS technology create a navigation system. The MOD product operates with multimedia content viewed during the vehicle driving. MOD can be extended with new properties which includes route scheduling, classification of points of interest from a cultural, a leisure, whether a user defined aspects. The second part is focused on description of solution, contains specification of solution's requirement and solution's design. Both benefit from knowledge of the first part. The end of the second part contains an implementation of final application which provides displaying of current position, route and points of interest on the map in selected category whose presence can be notified to passengers.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Týmto čestne prehlasujem, že som túto prácu vypracoval samostatne, na základe nadobudnutých znalostí a s podporou použitej literatúry.

Bratislava, máj 2012

.....
Bc. Martin Jánoš

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som chcel vysloviť poďakovanie Ing. Petrovi Pišteckovi, môjmu odbornému vedúcemu, za prínosné rady, trpezlivosť, pripomienky a usmernenia v rámci konzultácií. Toto všetko sa podstatne pričiniло ku zvýšeniu kvality tejto práce aj výslednej aplikácie.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Analýza.....	2
2.1	Telematické aplikácie	2
2.2	Technológia GPS.....	3
2.3	Médiá na požiadanie.....	7
2.4	Opis existujúcich riešení.....	9
2.4.1	Ovi maps	10
2.4.2	Google maps.....	12
2.4.3	OpenStreetMap.....	13
2.4.4	Garmin.....	14
2.4.5	Automobilové navigačné systémy	17
2.4.6	Navit	19
2.4.7	GpsVp.....	20
2.4.8	OSMTracker.....	21
2.4.9	Porovnanie existujúcich riešení.....	23
2.5	Kľúčové pojmy pre prácu s navigačnými údajmi.....	24
2.6	Formáty zobrazenia mapy v GPS aplikáciách.....	25
2.7	Zhodnotenie analýzy.....	27
3	Opis riešenia.....	28
3.1	Špecifikácia požiadaviek	28
3.2	Návrh riešenia.....	29
3.2.1	Návrh fyzickej vrstvy	30
3.2.2	Návrh logickej vrstvy	31
3.2.3	Návrh prezentačnej vrstvy.....	33
3.3	Implementácia	34
3.3.1	Výber programovacích prostriedkov.....	36
3.3.2	Realizácia fyzickej vrstvy	38
3.3.3	Realizácia logickej vrstvy	39
3.3.4	Realizácia prezentačnej vrstvy.....	40
3.4	Overenie riešenia	48

4	Zhodnotenie.....	49
5	Technická dokumentácia.....	51
5.1	Dokumentácia k implementácii	51
5.2	Dokumentácia k používaniu	59
6	Zoznam použitej literatúry	65
7	Obsah elektronického média	67

Použité skratky a výrazy

ANS	→ CNS
AV (<i>Audio Video</i>)	Zvuk a obraz (mediálny)
BA	Bratislava, hlavné mesto Slovenskej republiky
BMW (<i>Bayerische Motoren Werke</i>)	Bavorské (Nemecko) motorové závody
C/A (<i>Coarse/Aquisition</i>)	Hrubý/dostupný navigačný kód pre civilné účely
CD (<i>Compact Disc</i>)	Kompaktný optický disk uchovávajúci digitálne údaje
CNS (<i>Car Navigation System</i>)	Automobilový navigačný systém, ANS
DMT (<i>Digital Model of Terrain</i>)	Digitálny model terénu
DOP (<i>Dilution of Precision</i>)	Pokles presnosti GPS vzorky, čím menšie tým lepšie
DST (<i>Digital Sound Processing</i>)	Digitálny zvukový systém
DVB-S (<i>Digital Video Broadcasting-Satellite</i>)	Vysielanie digitálneho obrazu cez satelit
DVB-T (<i>Digital Video Broadcasting-Terrestrial</i>)	Vysielanie digitálneho obrazu pozemne
EMI (<i>Electromagnetic Impluse</i>)	Elektromagnetický impulz
Ephemeris(<i>efemerida</i>)	Poloha alebo dráha družice v danom čase
FOC (<i>Full Operational Capability</i>)	Úplný operačný stav (GPS satelitov)
GIS (<i>Geographic Information System</i>)	Geografický informačný systém
GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Globálny navigačný systém
GPX (<i>GPX Exchange format</i>)	Súborový XML formát na uloženie GPS údajov
HDOP (<i>Horizontal DOP</i>)	horizontálne DOP
IOC (<i>Initial Operational Capability</i>)	Počiatočný operačný stav (GPS satelitov)
IR (<i>Infra Red</i>)	Infračervený (napr. prijímač)
JPEG (<i>Joint Photographic Experts Group</i>)	Formát ukladania obrázkov v digitálnom tvare
MCS (<i>Master Control Station</i>)	Hlavná riadiaca stanica
MHD	Mestská hromadná doprava
MOD (<i>Media On Demand</i>)	Médiá na požiadanie (používateľ)
NMEA (<i>National Marine Electronic Association</i>)	Národná námornícka elektronická organizácia, určuje formát údajov z GPS zariadenia
OBC (<i>On Board Computer</i>)	Palubný počítač
OSM (<i>OpenStreetMap</i>)	Poskytovateľ voľne dostupných geografických údajov
P (<i>Precise</i>)	Presný navigačný kód pre vojenské účely

PDA (<i>Personal Digital Assistant</i>)	Mobilný digitálny pomocník, vreckový počítač
POI (<i>Point Of Interest</i>)	Bod záujmu
PRN (<i>Pseudo Random Number</i>)	Pseudonáhodné číslo identifikujúce GPS družicu
SA (<i>Selective Availability</i>)	Dostupnosť výberu, umelá chyba GPS prijímača
SD (<i>Secure Digital</i>)	Formát pre pamäťové karty
TMC (<i>Traffic Message Channel</i>)	Kanál správ o dopravnej situácii
USB (<i>Universal Serial Bus</i>)	Univerzálna sériová zbernica
VDOP (<i>Vertical DOP</i>)	Vertikálne DOP
XML (<i>Extensible Markup Language</i>)	značkovací jazyk na tvorbu súboru na ukladanie údajov s používateľom definovanou štruktúrou

1 Úvod

V súčasnosti, v dobe nevídaného technického rozvoja, sa navigačný systém stáva neoddeliteľnou súčasťou vybavenia automobilov. Pomocou nich je možné celkom presne určiť polohu vozidla a orientovať sa v neznámom prostredí. Dnešný trend je poskytovať viac druhov služieb v jednom elektronickom prístroji. Napríklad mobilné telefóny už dávno neslúžia len na telefonovanie, ale vykonávajú mnohé iné operácie ako organizátor, herná konzola, fotoaparát, kamera, či samotný navigátor, ako si ukážeme neskôr. Tomu sa nevyhla ani oblasť automobilového alebo elektronického priemyslu, ktorých spoločné hranice sú veľmi tenké alebo nie sú vôbec. Vlastne dalo by sa povedať, že tvoria spolu so strojárskym jedno veľké odvetvie. V súlade s už povedaným navigátor alebo navigačné zariadenie poskytuje nielen výstup v podobe súradníc na mape, ale je aj schopný interakcie s používateľom, ktorému je umožnené naplánovať si vlastnú cestu, zobrazit' zaujímavé miesta na nej podľa kategórie, ktorú si dopredu zadá, sledovať ubehnuté kilometre, prípadne aj spotrebu a zistiť optimálnu cestu, čo je obzvlášť dôležité práve v dnešných časoch, keď je potrebné nakladať s vyčerpatelnými prírodnými zdrojmi hospodárne. Telematické aplikácie sú dobrým príkladom využitia vlastností viacerých oblastí vedy a techniky, v tomto prípade telekomunikácií a informatiky. Telekomunikačná časť sa stará o príjem a vysielanie signálov, napr. typu GPS cez voľné prostredie, informatická časť potom spracuje údaje na ich prezentáciu používateľovi.

V časti venujúcej sa analýze problematiky budú popísané samotné telematické aplikácie, systém GPS, ktorý je v tejto oblasti kľúčový a systém MOD (*Media On Demand*) od firmy Funtoro, ktorých zariadenia poslúžia na realizovanie aplikácie, ktorá by mala predstavovať plánovať cesty alebo turistického sprievodcu, ktorý rozšíri spomínaný systém MOD používaný v automobiloch o funkcie plánovania trasy, definovanie a zobrazovanie záujmových bodov z kultúrneho, zábavného, či sociálneho hľadiska. Ďalej sa analytická časť venuje charakteristike existujúcich riešení a ich porovnaní. Jej výsledky poslúžia v kapitole zaoberajúcej sa opisom riešenia pri špecifikácii požiadaviek naň a jeho samotného návrhu.

2 Analýza

Táto kapitola sa zaoberá v prvej časti analýzou telematických aplikácií, technológiou GPS a médií na požiadanie (*Media on Demand*). V jej druhej časti sa nachádza charakteristika existujúcich riešení a v závere kapitoly ich porovnanie.

2.1 Telematické aplikácie

Telematické aplikácie (*Telematics Applications*) predstavujú spojenie vlastností telekomunikácií a informatiky (Telematika = Telekomunikácie + Informatika). Tiež známe ako ICT (*Information and Communications Technology*, informačné a komunikačné technológie). Zabezpečujú prenos a spracovanie údajov v kombinácii so zobrazovacími a inými oznamovacími systémami.

Telematické aplikácie sa skladajú z nasledujúcich častí:

- ✓ zariadenie na určenie polohy (*location device*)
- ✓ komunikačné zariadenie (*communication device*)
- ✓ zábavné zariadenie (*entertainment device*)
- ✓ rozhranie vozidla (*vehicle interface*)
- ✓ používateľské rozhranie (*user interface*)

Zariadenie na určenie polohy tvorí GPS prijímač ako kľúčový prvok. Ten je rozhodujúci pri sprostredkovaní pozície pre všetky lokalizačné služby, ktoré sú: cestná a smerovacia asistancia, upozornenie, či je *airbag* v automobile dostupný, služby zabezpečujúce pohodlie používateľa, asistancia v prípade nehody, sledovanie ukradnutého vozidla, vzdialené zamykanie a otváranie dverí a vzdialenú diagnostiku vozidla. Komunikačné zariadenie zabezpečuje spojenie medzi GPS prijímačom a satelitom. Zábavné zariadenie poskytuje rôzne multimediálne služby ako prehrávanie hudby a videa, prezeranie obrázkov. Rozhrania sú umiestnené podľa toho, s kým má systém vymieňať údaje [1].

Telematické aplikácie majú zabezpečiť [2]:

- ✓ zvyšovanie prepravnej výkonnosti - dynamickým riadením dopravy
- ✓ bezpečnosti - znížením rýchlosti vozidla pomocou dynamických dopravných značiek na ceste v závislosti od počasia a stave vozovky, informovaním vodiča o cestnej situácii a identifikácia dopravnej nehody alebo náhlej zmeny premávky pomocou cestných senzorov
- ✓ ohľad na životné prostredie – zníženie počtu zastavení vozidiel v kolóne, uprednostňovanie MHD na riadených križovatkách, plánovanie a optimalizácia cesty pomocou itinerára (cestného denníka)
- ✓ obmedzenie dopravných zhltení – informovanie vodiča o mieste a dĺžke kolóny, odvedenie vodiča z kritických ciest a zvolenie na to optimálnej trasy, v prípade nehody informovanie vodiča o najbližšom MHD spojení a zavedenie mýtnych poplatkov
- ✓ zvyšovanie efektívnosti prepravy tovaru – sledovanie a optimalizáciu trasy nákladných vozidiel prepravujúcich tovar, trvalé sledovanie vozidiel s nebezpečným nákladom, použitie systému pre jazdu v kolónach, ktorý dohliada nad dodržiavaním odstupu medzi vozidlami a optimálnej rýchlosti vozidiel v kolóne, aby bola cestná sieť efektívne využitá.

2.2 Technológia GPS

GPS (*Global Positioning System*) je satelitný pozičný systém pre určenie polohy, rýchlosti a času používateľa na ľubovoľnom mieste na povrchu Zeme a za každého počasia. Používa zostavu minimálne 24 satelitov. Vývoj tejto technológie začal v 70. rokoch 20. storočia na Ministerstve obrany (*Department of Defense*) USA. Predchádzala tomu snaha v 60. rokoch na vytvorenie navigačného systému pomocou umelých družíc (satelitov). Pôvodne bola určená teda pre armádne záležitosti, neskôr počas 90. rokov sa jej použitie rozšírilo aj do verejnej sféry. Koncom 70. a v priebehu 80. rokov sa začali vypúšťať satelity (umelé družice) v troch fázach na obežnú dráhu. Počiatočný operačný stav (*Initial Operational Capability*), 24 satelitov, bol dosiahnutý 8.12.1993. Trojrozmerné určenie polohy je možné od roku 1993. *FOC (Full Operational Capability)*, plne operačný stav bol dosiahnutý 17.7. 1995 [3,4,5].

Satelity sú umiestnené na šiestich orbitálnych dráhach takmer kruhového tvaru, posunutých navzájom o 60°, na každej z nich sa nachádzajú 4 satelity. Tým sa dosiahne úplné

pokrytie. Inklinácia satelitu (sklon obežnej dráhy) je okolo 55° voči rovníku. Orbita je vo výške okolo 20200 km, doba obehu okolo Zeme je zhruba 11 hodín 58 minút. Satelity sú umiestnené tak, aby ich bolo viditeľných 4 až 10 na ľubovoľnom mieste na Zemi pri uhle elevácie 10° . Minimálne 4 sú potrebné na určenie polohy a času (ak sa nevyžaduje nadmorská výška, tak stačia 3 – dvojrozmerné zobrazenie).

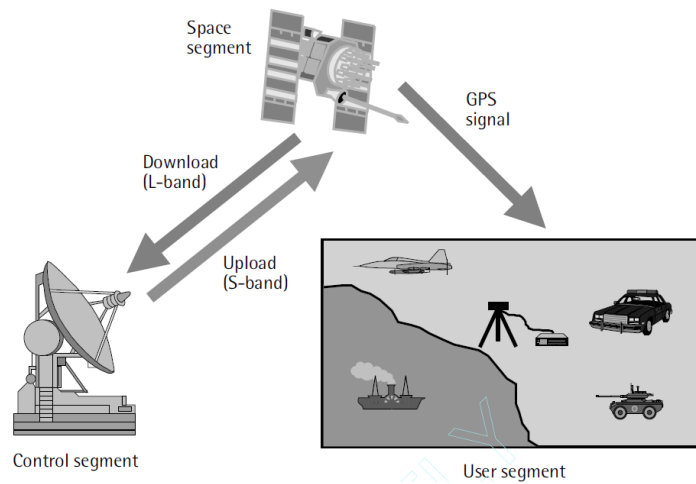
Systém pozostáva z 3 segmentov (obr. 2.1):

- ✓ **Space** (vesmírny)
- ✓ **Control** (riadiaci)
- ✓ **User** (používateľský)

Vesmírny segment pozostáva z vyššie popísaných 24 satelitov (z toho 21 navigačných a 3 záložné). Prenášajú signál len jedným smerom, pasívne, k používateľovi. Každý z týchto satelitov vykonáva príjem, spracovanie, ukladanie a vysielanie informácií smerom od alebo do pozemného riadiaceho strediska, podľa ktorých môže koordinovať svoj pohyb po obežnej dráhe pomocou dýz alebo informovať riadiace stredisko o svojej polohe. Satelity vážia okolo 900 kg, sú schopné samostatne pracovať 180 dní, tie vypustené v 2. fáze sú odolné voči EMI (Elektromagnetický impulz) v prípade jadrového útoku [3].

Riadiaci segment zabezpečuje bezporuchovú činnosť celého systému. Tvorí ho hlavná riadiaca stanica (*Master Control Station, MCS*), štyri monitorovacie stanice rozložené na rozličných miestach po svete a tri vysielacie stanice na komunikáciu s družicami. MCS je umiestnená v silne fortifikovanom bunkri neďaleko Skalnatých hôr (*Rock Mountains*), na leteckej základni *Schriever*, štát Colorado, USA. Činnosť celkovo piatich monitorovacích staníc spočíva v pasívnom sledovaní satelitov, prijímanie údajov z nich a ich následné predávanie MCS. Tá z nich vypočíta presné parametre obežnej dráhy (efemeridy) a korekcie času hodín pre každý satelit zvlášť. Vysielacie stanice minimálne raz za deň pošlú tieto údaje satelitom. Tie následne vysielajú svoje efemeridy a čas do GPS prijímačov používateľa [4].

Používateľský segment tvorí GPS prijímač, jeho obsluha – používateľ, vyhodnocovacie prístroje a prístroje na vyhodnocovanie meraní. Prijímače môžu byť jednokanálové, teda majú jeden vstupný kanál, ktorý sa musí prepínať v prípade sledovania viacerých umelých družíc na každú z nich a viackanálové, ktorý je schopný sledovať viac družíc naraz a tým zvýšiť presné vypočítanie polohy používateľa. V súčasnosti je trendom vyrábať prijímače v prenosnom, ručnom prevedení, podobne ako je to u mobilných telefónov [3,4].



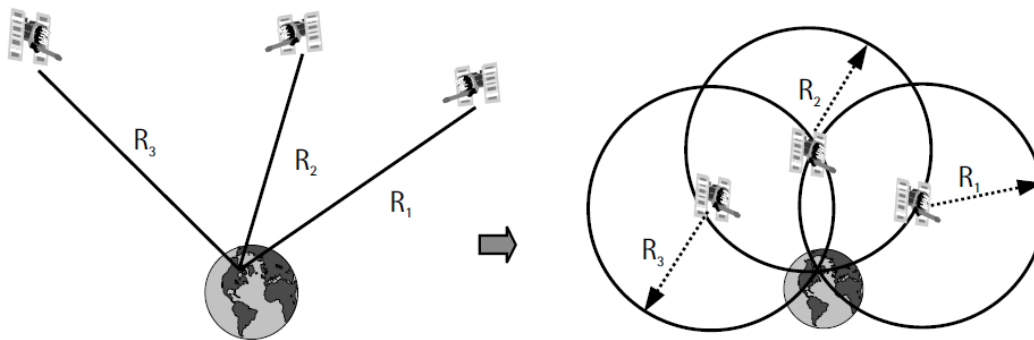
Obr. 2.1 Segmenty systému GPS [3]

Princíp systému GPS spočíva v meraní vzdialenosti pozemných staníc pomocou elektromagnetických vln vo vopred definovanom súradnicovom systéme. Polohu stanice určuje priesečník guľových plôch, ktorých polomery (R_1 , R_2 a R_3 , obr. 2.2) sú merané vzdialenosti. Meranú veličinu predstavuje doba šírenia signálu z antény družice do antény prijímača. Signál sa šíri rýchlosťou svetla (značenou ako c). Každý satelit posiela vo svojej navigačnej správe efemeridy (z ktorých sa určí jej poloha) a iné údaje. Zo známych súradníc satelitu je potom možné určiť súradnice používateľa (x , y a z) vyriešením sústavy rovníc o troch neznámych. Pri výpočte nastáva problém v nezhode času hodín satelitu a používateľa. Čas u používateľa je rozdielny o dobu, ktorá uplynie od vyslania signálu z družice po jeho prijatie v prijímači používateľa. Túto dobu je možné vyjadriť ako posun časovej základne používateľa o časový interval Dt , pri jeho prepočte na vzdialenosť b platí: $b = c Dt$. Čím dostávame celkovo štyri neznáme, ktoré je nutné vypočítať na určenie polohy používateľa vypočítaním sústavy rovníc (1).

$$(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2 = (D_i + b)^2 \quad ; i \in \{1, 2, 3, 4\} \quad (1)$$

$$D_i = c tm_i$$

GPS prijímač používateľa vygeneruje kópiu signálu vyslaného daným satelitom, ktorú následne zosynchronizuje s prijatým signálom a meria časový posun tm_i počiatku tejto vygenerovanej kópie voči počiatku svojej časovej základni. Ten prevedie na pseudovzdialenosť (*pseudorange*) D_i . Pri meraní oproti minimálne štyrom družiciam môžeme riešiť sústavu rovníc s neznámymi x , y , z a D_i , resp. b (1).



Obr. 2.2 Určovanie polohy systémom GPS [3]

GPS satelit postupne prenáša mikrovlnný rádiový signál zložený z 2 nosných vln (L_1 a L_2), 2 kódy, ktoré tieto frekvencie modulujú a navigačnej správy. L_1 s frekvenciou 1,57542 GHz sa používa pri štandardnom polohovom systéme, zatiaľ čo L_2 s frekvenciou 1,2276 GHz pri presnom polohovom systéme.

L_1 a L_2 sú modulované týmito navigačnými kódmi [3]:

✓ L_1 dvoma takzvanými PRN (*Pseudo Random Noise*, pseudonáhodný šum):

1. C/A (*Coarse/Aquisition*, hrubý/dostupný) – prijímače pre civilistov s frekvenciou 1,023 GHz, do ktorého sa umelo pridáva chyba SA (*Selective Availability*, dostupnosť výberu)
2. P (*Precise*, presný) pre civilné a vojenské prijímače s frekvenciou 1,023 GHz

✓ L_2 jedným šifrovacím kódom Y [3], len pre vojenské účely, Y zodpovedá P

Na určenie presnej polohy stačí použitie jedného kanálu s kódom C/A. Zavedenie SA 25.3.1990 na zníženie presnosti bol zámerom vlády USA v záujme ochrany a bezpečnosti. SA spočíva v úprave hodinového signálu a efemeríd vysielacej navigačnej správy. Následkom čoho nezodpovedala pseudovzdialenosť používateľa od družice skutočnosti. Nezodpovedal ani posun hodín prijímača k systémovým hodinám. Verejnosť však vzniesla vláde USA protesty, preto 1.5.2000 po prehodnotení situácie a aj vďaka tomu, že bolo vynájdené lokálne rušenie GPS signálu, SA zrušila. Presnosť GPS prijímačov je v súčasnosti 10 až 15 m. Dostupnosť pre vojenské aj civilné subjekty však dáva možnosť zneužitia systému, zároveň je potrebné, aby civilné použitie nebolo príliš obmedzené, preto sa rozhodlo o autorizovanom a neautorizovanom prístupe do systému. Autorizovaní používatelia sú armáda USA, armády ďalších členských štátov NATO a vybraní používatelia. Tí využívajú službu PPS (*Precise Positioning Service*, presná polohová služba), ktorá pozostáva z neobmedzeného prístupu

k C/A kódu na nosnej vlne L_1 a k P (resp. Y) kódu na nosných vlnách L_1 a L_2 . Autorizovaní používatelia sú vybavení špeciálnym GPS prijímačom, ktorý po pripojení do systému deaktivuje pôsobenie umelej chyby a sprístupní príjem Y kódu. Neautorizovaným používateľom je sprístupnená služba SPS (*Standard Positioning Service*, štandardná polohová služba), ktorá spočíva v prístupe k C/A kódu a navigačným údajovým správam na nosnej frekvencii L_1 a je nepretržite k dispozícii všetkým užívateľom GPS po celom svete. Na zvýšenie presnosti GPS sa používa metóda DGPS (*Differential GPS*, diferenčný GPS). Podstatou metódy je meranie na dvoch bodoch, z ktorých má jeden známe súradnice (tzv. referenčný bod) a druhý má neznáme súradnice, ktoré chceme určiť. Porovnaním známych a určených súradníc na referenčnom bode získame diferencie (odchýlky) o ktoré opravíme súradnice druhého bodu. Vychádza sa z predpokladu, že na obidvoch bodoch vznikne rovnaká chyba pri meraní, pričom chyba takto určeného bodu by mala byť 1 m do vzdialenosti 100 km od referenčného bodu [5,6].

Medzi ďalšie globálne polohové družicové systémy patria dnes už zastarané Transit (USA), CIKADA, PARUS (ZSSR), v súčasnosti používané DORIS (Francúzsko) a GLONASS (Rusko), vo vývoji zostávajú Compass (Čína) a Galileo (Európska únia) [4].

2.3 Médiá na požiadanie

Médiá na požiadanie, MOD je produkt firmy Funtoro. MOD predstavuje digitálny systém, ktorý prináša pokrok do zájazdového cestovania. Doteraz sa museli cestujúci v autobuse uspokojiť so zábavou, ktorú zdieľali spolu s ostatnými na palube. Firma Funtoro priniesla možnosť individuálnej voľby. Každý cestujúci pripojený na jednom serveri v autobuse si môže pomocou dotykového sedem palcového monitora zabudovaného v opierke sedadla vybrať z ponuky titul, prehrávať filmy v rôznych časových stopách alebo úplne odlišné tituly, počúvať hudbu či prezerat' fotografie uložené v digitalizovanej podobe na serveri, to všetko nezávisle a nerušene (vďaka priloženým slúchadlám) od ostatných cestujúcich. Po vypnutí a opätovnom zapnutí systému, pokračuje prehrávanie od miesta, kde bolo prerušené. Cestujúci tak z vybraného obsahu nič nezmešká. Kapacita systému je dostatočná pre uloženie tisícov súborov všetkých typov na digitálnom serveri. Okrem takejto formy zábavy technológia poskytuje režim, v ktorom sa zobrazuje aktuálna poloha vozidla na mape trasy, alebo možnosť sledovať cestu pred vozidlom z pohľadu prednej kamery. A po dodatočnom zapojení hernej konzoly je dokonca možné hrať elektronické hry. Ak vodič, resp. sprievodca bude chcieť mikrofónom podať informáciu pre cestujúcich, každému sa

dočasne zastaví prehrávanie ním vybratého multimedialneho obsahu. Obnovenie nastane ihneď po ukončení oznamu. Výklopný držiak dotykového monitora umožňuje nastavenie sklonu monitora pre optimálne sledovanie ponuky TV programov digitálnej pozemnej (DVB-T) alebo satelitnej (DVB-S) televízie počas jazdy. Príjem satelitnej televízie je možný vďaka špeciálnej anténe, ktorá nestratí signál ani pri jazde po kruhovom objazde. Digitálny obrazový obsah umožňuje využívať rôzne služby a je na prevádzkovateľovi autobusu, ako ich sprístupní. Cestujúci môže napríklad sledovať vybrané filmy až potom, čo vyplní krátky dotazník. Ten sa môže týkať výskumu rôznych oblastí spotrebiteľského správania sa cestujúcich. Či a ako sa bude spoplatňovať pozeranie filmov závisí len na prevádzkovateľovi autobusu. V prípade, že systém objaví závažnú chybu, automaticky sa reštartuje. Funtoro poskytuje MOD aj vo verzii pre osobné automobily (obr. 2.3). Princíp zostáva rovnaký, t.j. každý cestujúci má k dispozícii dotykový monitor, ktorým systému zadáva úlohy na prehliadanie multimedialneho obsahu, či sledovanie navigácie bez toho, aby rušil vodiča. Monitor typu BM-171 obsahuje reproduktor, vysielateľ pre IR slúchadlá aj konektor *jack* pre pripojenie káblových slúchadiel. Vďaka AV vstupu na monitore je okrem zabudovaných hier možné pripojiť aj hraciu konzolu. Ako zobrazovaciu jednotku okrem spomínaného dotykového monitora BM-171 je možné pripojiť monitor cez VGA rozhranie. Telematický *Infotainment box* série BV-105 má v sebe zabudovaný multimedialny prehrávač (SD karta, USB), DVB-T tuner a hry. Ďalej server obsahuje komunikačné porty ako sú sériový RS232 a RJ45 na pripojenie do miestnej siete LAN (*Local Area Network*) typu *Ethernet*. Voliteľné komponenty tvoria anténa GPS navigácie, *Bluetooth*¹ anténa a *WiFi*² anténa. Ďalším spôsobom získania GPS údajov je pripojenie externej antény prostredníctvom SMA portu, čo sa jedná vlastne o ďalšie sériové rozhranie. Po nastavení parametrov sériového prenosu je možné z neho čítať prichádzajúcu postupnosť bitov. Vďaka AV vstupu je možné pripojiť akýkoľvek ďalší audio/video zdroj. Je vhodný aj pre pripojenie kamery na sledovanie cúvania ako pomôcka pri parkovaní, DVD prehrávača, TV signálu, DV signálu alebo CCD zariadenia. Na príjem príkazov z ovládača obsahuje zariadenie infračervený (IR) prijímač. K modelu BV-105 je možné pripojiť externú pamäť buď v podobe SD karty, dokonca dve naraz, do pripravených slotov s maximálnou kapacitou 2GB pre jednu SD kartu alebo využitím USB portu pamäťový kľúč. Pamäťové jednotky poslúžia napr. pri GPS navigácii na uloženie mapy. Pričom platí, že do SD karty je rýchlejší prístup ako do USB. Čo je vhodné si uvedomiť je, že

¹ <http://bluetooth.com>

² http://www.wifi-sk.sk/SK/wifi_sk/wifi_sk.aspx

zariadenie obsahuje len 512MB pamäťového priestoru. Čo v súčasnosti je nedostačujúce z hľadiska ukladania veľkého objemu údajov aj keď len vo forme obrázkov. Preto sa budú najviac využívať na ukladanie informácií USB kľúč a najmä SD karta, vďaka spomínanej rýchlej dobe prístupu. Zariadenie obsahuje celkovo dva USB porty. Ovládanie celého systému zabezpečuje procesor Samsung 6410. Napájacie napätie 12V alebo 24V, čo je napätie hodnotou sa vyskytujúce v osobných, ako aj nákladných automobiloch. Aplikácie sa spúšťajú pod operačným systémom Microsoft Windows CE 6.0, jedná sa o špeciálnu verziu známeho operačného systému pre vnorené systémy. Prostredie Windows CE 6.0 je bežnému používateľovi nedostupné, v podstate nemusí ani vedieť, že také existuje. Dôležité pre neho je, aby boli aplikácie spolu s ich ovládaním dostupné. Tie sa spúšťajú v špeciálnom grafickom aplikačnom prostredí, ktoré sa automaticky zobrazí po zapnutí alebo reštarte zariadenia. V Prostredí Windows CE 6.0 sa preto budú pohybovať prevažne vývojári za účelom ladenia aplikácií, nastavenie sieťového pripojenia, inštaláciou nových ovládačov alebo aktualizáciou softvéru. Toto však sa nedeje tak často a je zrejmé, že najčastejšie sa bude bežný používateľ pohybovať priamo v aplikačnom prostredí [7,8,9].



Obr. 2.3 Základná architektúra MOD pre osobné automobily [7]

2.4 Opis existujúcich riešení

Táto podkapitola opisuje podobné existujúce riešenia, a ukazuje akým spôsobom sú implementované metódy, ktoré by sa mohli použiť v návrhu riešenia. Zameriam sa na také riešenia, ktoré poskytujú buď plánovanie a optimalizáciu cesty alebo kategorizáciu

záujmových miest podľa vzdialenosti, resp. miere priblíženia na mape s tým, že miesta s najmenšou záujmovou prioritou by sa zobrazili až pri maximálnom priblížení. Ďalej sa bude brať ohľad na požiadavky na hardvér a softvér, v čom je riešenie lepšie alebo horšie od navrhovaného. Tieto vlastnosti budú zhrnuté v nasledujúcej kapitole.

2.4.1 Ovi maps

Je navigačná technológia spoločnosti Nokia s pôvodným názvom Nokia maps. 21.1.2010 bolo zrušené spolplatnenie licencie na navigačný program a od toho dňa je dostupný zadarmo. V súčasnosti je dostupná iba pre obmedzené množstvo zariadení. Podporované sú Nokia X6, N97 mini, E72, E55, E52, 6730 Classic, 6710 Navigator, 5800 XpressMusic a Navigation Edition a 5230. Ďalšie budú pribúdať, zrejme vrátane modelov s platformou S40. Pre plnohodnotné využívanie všetkých možností Ovi Maps 3.0 je potrebné byť zaregistrovaný na Ovi.com. Podobne ako služba Google maps (popísaná nižšie) zobrazuje na mape používateľovi jeho aktuálnu pozíciu, vzdialenosť od vybraného miesta a záujmové body. Už prvé vydanie tretej verzie Ovi Maps prinieslo oproti verzii 2.0, mnohé vylepšenia. Zhrnúť ich môžeme do niekoľkých bodov [10]:

- ✓ podpora dotykových displejov
- ✓ nový tzv. ďalší obsah zahrňujúci informácie o počasí, rozšírené územné pokrytie pre dopravné informácie
- ✓ rýchlejšie priblíženie a posun
- ✓ nový formát sekcie Obchod a licencie
- ✓ vylepšená automobilová navigácia (zaradovanie do pruhov, upozorňovanie na najvyššie povolené rýchlosti, vylepšený dizajn vodiacich značiek a nový režim Prehľad trasy počas navigovania)
- ✓ vylepšená navigácia pre chodcov prostredníctvom skratiek - virtuálne spojenia v mestských oblastiach, vedenie priamej jazdy na off-road (mimo cesty) teréne, zvuková signalizácia a vibrácia pred najbližšou odbočkou
- ✓ výrazne vylepšená kvalita mapových údajov a obsahu
- ✓ 3D zobrazenie významných budov vo viac ako 200 mestách
- ✓ nový mapový režim Terén
- ✓ snímky vo vysokom rozlíšení v režimoch Satelit a Hybrid
- ✓ synchronizácia obľúbených bodov a trás s Ovi Maps na webe a naopak

Spomenutá nová verzia Ovi Maps je dostupná na stránke³ a prináša ďalšie významné vylepšenia. K najvýraznejším patrí vynovený dizajn aplikácie a úvodná obrazovka, ktorá je vlastne jej hlavným menu. V ňom sa nachádzajú kategórie funkcií (obr. 2.4):

- ✓ **My Position** (moja pozícia)
- ✓ **Find Places** (vyhľadanie miesta)
- ✓ **Share Location** (zdieľanie polohy prostredníctvom Facebooku)
- ✓ **Favorites** (oblúbené)
- ✓ **Drive** (automobilová navigácia)
- ✓ **Walk** (pešia navigácia)
- ✓ **Weather** (počasie)
- ✓ **Lonely Planet** (turistický sprievodca)



Obr. 2.4 Hlavná obrazovka Ovi maps [11]

Väčšina funkcií obsahovala už predchádzajúca verzia Ovi Maps. Položka *My Position* má za úlohu, ako napovedá jej názov, zobrazit' aktuálnu polohu. Po výbere *Find Places* sa otvorí samostatné pole s vyhľadávaním, ako to bolo v staršej verzii Nokia Maps 2.0. Do tohto okna sa môže zadať ľubovoľné slovo a systém automaticky prehľadá všetky body záujmu a aj ulice. To je výhodné, pokiaľ používateľ nepozná presný názov miesta alebo konkrétneho bodu. Pomocou *Share Location* je možné zaslať na Facebook (sociálna sieť) svoju aktuálnu polohu. Položka *Favourites* zobrazí oblúbené body. Pokiaľ je používateľ zaregistrovaný na Ovi, môže svoje oblúbené body synchronizovať so serverom, a tak ich zálohovať. Po zvolení

³ www.nokia.com/maps

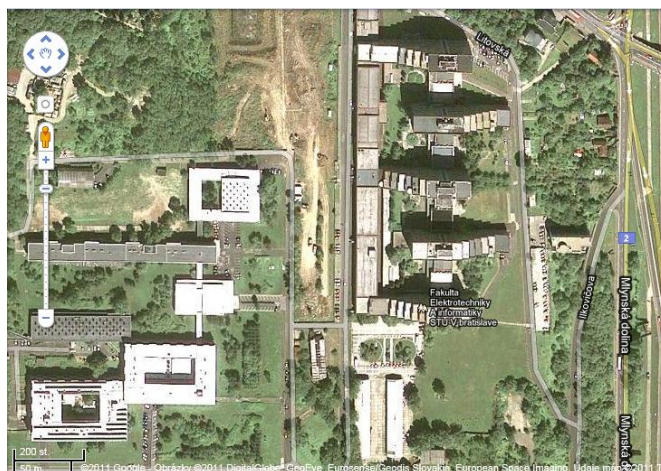
položky *Drive* sa otvorí kratšia ponuka s možnosťami nastavenia cieľa. Novinkou je aktualizácia mapových podkladov a pridanie 3D budov aj na Slovensko. Vlastnú 3D budovu má napríklad Národná banka Slovenska či budova Slovenského rozhlasu, a mnoho ďalších. Pod položkou *Walk* sa skrýva skratka k nastaveniam navigácie pre potreby pešej navigácie. Položka *Weather* predstavuje miniaplikáciu, ktorá dokáže zobrazit' aktuálne počasie pre zvolené mesto. Voľba vybraných predpovedí či prepojenie s kalendárom zatiaľ nie sú dostupné. *Lonely Planet* je vlastne turistický sprievodca zvoleným mestom, v ktorom si používateľ môže nechať zobrazit' turisticky zaujímavé miesta či iné záujmové body vo zvolenom meste a priamo sa k nim nechať navigovať. Pre jednoduchšie plánovanie trás, či výber záujmových bodov, ktoré chce používateľ počas výletu navštíviť, môže využiť webovú verziu Ovi Maps na adrese⁴. Aby sa najnovšiu verzia Ovi Maps mohla plnohodnotne využívať, je potrebné mať konto na portáli Ovi.com a súčasne aj na Facebooku [10,11].

2.4.2 Google maps

Google Maps (mapy Google) je internetová mapová aplikácia a technológia poskytovaná pre nekomerčné použitie bezplatne spoločnosťou Google, ktorá vyvíja mnohé mapové služby vrátane stránok *Map Google*, *Google Ride Finder*, *Google Transit* a mapy vložené na internetové stránky tretích strán pri použití *Google Maps API* (aplikačné programové rozhranie Google Maps). Služba ponúka mapy ulíc, plánovač ciest pre pešiu chôdzu, automobilom alebo verejnou dopravou a polohu podnikov v mnohých krajinách po celom svete. Používajú Mercatorovo zobrazenie, takže nemôžu zobrazit' oblasť okolo pólou. Podobný produkt je *Google Earth*, samostatný program pre operačné systémy *Microsoft Windows*, *Mac OS X*, *Linux*, *SymbianOS* a *iPhone OS*, ktorý ponúka zobrazenie pozície na glóbose, vrátane polárnych oblastí. Mapy Google obsahujú satelitné snímky (obr. 2.5) vo vysokom rozlíšení mnoho mestských oblastí v Kanade a v Spojenom kráľovstve, ale tiež v USA (vrátane Havajských ostrovov, Aljašky, Portorika a Amerických Panenských ostrovoch), Austráliu a mnoho ďalších krajín. Nie všetky satelitné snímky sú v rovnakom rozlíšení. Miesta s menšou populáciou nie sú zvyčajne pokryté tak detailne ako zaľudnenejšie oblasti, iné sú vyretušované zámerne, lebo predstavujú zraniteľné miesta v prípade útoku, napr. sídlo viceprezidenta USA. V niektorých oblastiach sú záplaty miest, ktoré boli pokryté mrakmi, čo je niekedy trochu mätúce. Napriek tomu, že Google uvádza, že všetky snímky sú satelitné, niektoré z nich sú v skutočnosti letecké [12]. Tomu dosvedčuje aj skutočnosť, že sa Google

⁴ <http://maps.ovi.com>

mapy nášho územia pravidelne aktualizujú pomocou leteckých snímok približne v dvojročnom intervale⁵.



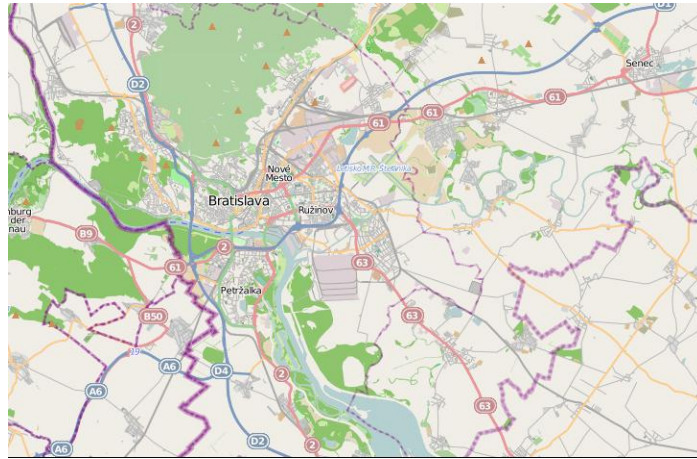
Obr. 2.5 Ukážka satelitnej snímky v *Google maps* [12]

2.4.3 OpenStreetMap

Alternatíva ku Google Maps, ktoré je navyše dostupná bezplatne. Jedná sa o voľne dostupný (*open-source*) projekt, ktorého cieľom je tvorba geografických údajov, napríklad cestné mapy, cyklistické mapy alebo mapy ciest (obr. 2.6). Ako zdroj údajov používa GPS prijímače. Cieľom je vytvárať mapy pre celý svet, najlepšie je však pokrytá západná Európa a Severná Amerika. Projekt vyvíja a využíva vlastný súborový formát pre vektorové geografické údaje založený na XML. Vo tomto formáte sú uložené uzly (body lokalizované súradnicami v danom referenčnom systéme), cesty (postupnosť uzlov), relácie (skupina ciest, uzlov a ďalších relácií, ktorej môže byť priradená nejaká vlastnosť), atribúty (môžu byť priradené k uzlom, cestám alebo reláciám, určujú aký, objekt reálneho sveta reprezentujú). Mapový server OpenStreetMap používa aplikáciu OpenLayers založenú na koncepcii AJAX, podobnú tej, ktorú využíva napr. Google Maps. Obsahuje dva rôzne pohľady na mapu renderované pomocou systémov Mapnik a Osmarender, ktoré periodicky alebo na požiadanie prekresľujú mozaiku, mriežku mapových údajov zloženú z dlaždíc (*tiles*). S formátom OSM pracuje množstvo rôznych typov aplikácií. Kosmos a OSMapp sú aplikácie určené na vykreslenie a prehliadanie OSM mapy. Navigačná aplikácia Navit využíva OSM mapy v jej rastrovej podobe. Stránka OSM Wiki obsahuje aj mnohé iné aplikácie využívajúce OSM alebo iné formáty pod rôznymi platformami ako PocketPC, SmartPhone, Windows CE, či

⁵ <http://www.geodezia.org/Webmapping/aktualizovane-letecke-snimky-uzemia-sr-v-google-maps.html>

Android. Niektoré z nich ako GpsVp využívajú internetové pripojenie na sťahovanie hotových dlaždíc vykreslených napr. prostredníctvom nástroja Mapnik a z nich potom vyskladajú konečnú mapu [13,14].



Obr. 2.6 ukážka OSM mapy, na jej vykreslenie bol použitý Mapnik [13]

2.4.4 Garmin

Spoločnosť Garmin prináša hardvérové riešenia založených na GPS navigačných zariadeniach v cestnej, mobilnej, turistickej, športovej, rybárskej, námornej, OEM (*Original Equipment Manufacturer*, t.j. zariadenia od iných výrobcov, ktoré predáva pod svojou obchodnou značkou), mapy, marketingovej a príp. inej oblasti (napr. zosilňovač GPS signálu). Ponúka mapové, nemapové, prenosné, neprenosné, ručné, automobilové, motocyklové a kamiónové zariadenia a námorné *plottery*, radary v kategóriách podľa oblastí použitia, príp. typu športovej činnosti. Podporuje cestné, turistické, letecké mapy spolu s ich aktualizáciou. Navigácia je koncipovaná tak, aby minimalizovala stres z jazdy, disponuje jednoduchým menu, logickými voľbami a intuitívnym ovládaním. Produkty automobilového segmentu pomáhajú vodičom dostať sa do cieľa jazdy ľahko, pričom spríjemňujú vodičovi celú jazdu. Námorné produkty dopĺňajú detailné námorné mapy dôležitými dátami. Letecká technológia poskytuje pilotom všetko, čo potrebujú. *Fitness* zariadenia pomáhajú každým krokom tréningu zvyšovať svoju výkonnosť. *Outdoor* prístroje sú vhodné pre turistov, rekreatívov a *geocacherov*⁶. Bezdrôtové aplikácie prenášajú schopnosti GPS do platforiem ako *Smartphone* alebo PDA [15].

⁶ <http://www.geocaching.sk>

Zariadenia firmy neprinášajú len cestnú navigáciu. Automobilové prístroje typu nüvi obsahujú funkcie pre viacbodový výpočet trasy, ktorý môže spravovať zmeny aj počas cestnej špičky, rozšíreného asistenta jazdných pruhov, ktorý umožní ľahké navigovanie a radenie do správneho jazdného pruhu v prípade blížiacej sa odbočky, výjazdu, alebo komplikovaných križovatiek a objazdov. Je vybavený prijímačom dopravných správ TMC (*Traffic Message Channel*), možnosťami rozšírenej pešej navigácie, technológiou *Bluetooth* pre volanie bez použitia rúk (*hands-free*) a funkciou *ecoRoute*. Po stiahnutí voliteľného obsahu máp *cityXplorer*, umožňuje orientovať sa v spleti liniek MHD. *cityXplorer* mapy sú k dispozícii na výber v mestách po celej Severnej Amerike a Európe za zodpovedajúci poplatok. Zariadenie obsahuje aj plánovač, ktorý môže uložiť až 10 trás, ktoré používateľ spresní prostredníctvom bodov s následným zobrazením simulácie na veľkej obrazovke. nüvi 1490T dokáže automaticky triediť a zaradiť viac prejazdových bodov a tým doceliť efektívnu cestu pre stretnutia alebo dodávky. Záznam trás poskytuje zobrazenie prejdenej cesty na mape, pozostávajúcej až z 10000 bodov. Pomocou farebnej dotykovej obrazovky používateľ vyhledá adresy a služby, kam ho následne privedie hlasová navigácia s inštrukciami krok za krokom. Zariadenie sa dodáva s predinštalovanými detailnými uličnými mapami *City Navigator Europe NT*, ktoré obsahujú takmer 2,2 miliónov POI, 2D alebo 3D mapy a zobrazenie rýchlostného limitu na väčšine hlavných miest. Ide o digitálne mapy, ktoré pri vyšších úrovniach priblíženia, umožňujú zobrazenie vytieňovaných kontúr okolitého terénu. Je možné ukladať a nahrávať vlastné POI a s technológiou a funkciou *HotFix* satelitnej predikcie sa zariadenie nájde cestu do cieľa rýchlejšie. Pre volanie bez použitia rúk (*hands-free*) má zariadenie integrovanú bezdrôtovou technológiou *Bluetooth* so zabudovaným mikrofónom a reproduktorom. Stačí spárovať svoj kompatibilný telefón cez *Bluetooth* a je potom možné telefonovať na cestách bez použitia rúk. Číslo sa vytočí pomocou dotykovej klávesnice. Na príjem hovoru postačí kliknúť na displej a potom hovoriť. Zariadenie šetrí palivo a peniaze s aplikáciou *ecoRoute* ("zelená" funkcia), ktorá vypočíta najefektívnejšiu cestu vzhľadom na spotrebu a ďalšie požiadavky. Zariadenie obsahuje množstvo cestovných nástrojov, vrátane prehliadača obrázkov JPEG, svetový čas s pásmami, konvertor mien a mier, kalkulačku a ďalšie. S foto navigáciou je možné stiahnuť obrázky z *Garmin Connect* a následne sa k nim navigovať. S funkciou "Kde som?", bude používateľ vedieť svoju polohu. Po kliknutí na displej získa tým svoje presné súradnice (zemepisná šírka a dĺžka), adresu, najbližšiu križovatku, najbližšiu nemocnicu, policajnú stanicu a čerpacie stanice. S funkciou *Garmin Garage*, ktorá je bezplatná, je možné si stiahnuť vlastné ukazovatele (vozidlá). Okrem vstavanej vnútornej pamäte (predinštalované mapy), poskytuje zariadenie rozšírenie

prostredníctvom slotu na pamäťové karty formátu *microSD*, napr. pre dodatočne nahrávané mapové produkty z edície *MapSource* [16].

Turistické mapové zariadenia s displejom a lesklým povrchom sú určené pre priaznivcov *outdoorových* aktivít ako turistika, (cyklo)šport, *geocaching*. Alternatívne poslúži pri automobilovej ale i námornej navigácii. Ovládanie je zabezpečené cez dotykové rozhranie prostredníctvom dotykového displeja. Citlivý a odolný displej reaguje okamžite na dotyky prstov (klepnutie či ťahanie) a znáša dobre výkyvy počasia. Množstvo funkcií je dostupných pre alokáciu predovšetkým v teréne (počítač trasy, výškový profil, výpočet obsahu výmery, astronomické informácie o Slnku, Mesiaci a i.). Pre navigáciu v automobile umožňuje 3D zobrazenie máp. Robustné pogumované puzdro s integrovaným vysoko citlivým GPS prijímačom ponúka spoľahlivú prevádzku aj za zhoršených poveternostných podmienok (pod korunami stromov, v blízkosti budov a pod.). Prijem satelitného signálu je rýchlejší vďaka funkcií *HotFix*, ktorá automaticky prepočítava a ukladá presné informácie zo satelitných družíc a následne dokáže rýchlo prepočítať aktuálnu pozíciu bez potreby čakania na príjem dát z družíc. Široké spektrum voliteľného príslušenstva pre použitie na bicykli alebo v automobile. Pre navigáciu stačí prístroj vybaviť vhodným mapovým produktom, zvoliť vhodný užívateľský profil (*Automotive, Recreation, Fitness, Geocaching*) a vyraziť do terénu. Model je dodávaný s predinštalovanou topografickou mapou Slovenska - Slovakia Topo a podporuje tiež funkciu pre zobrazenie 3D modelu terénu - DMT (Digitálny Model Terénu). Dodávaná Topo mapa Slovenska obsahuje potrebné dáta pre DMT. *Basecamp* je názov celkom novej aplikácie pre PC/Mac. Je určená predovšetkým pre používateľov turistických GPS zariadení firmy Garmin. Umožňuje jednoducho plánovať cesty (výlety), analyzovať a spravovať zaznamenané trasy a body, prípadne spravovať body záujmu POI a mnoho iného. Zariadenia rovnakej kategórie ďalej ponúkajú zobrazenie polohy, presnosti, rýchlosti, vzdialenosti (prejdenej alebo koľko chýba do cieľa), času (aktuálneho alebo trasy), nadmorskej výšky, kompas a rýchle prepojenie s PC pomocou USB, uľahčujúce a zrýchľujúce nahrávanie máp a mapových podkladov [17].

Zariadenia ostatných kategórií nebudú bližšie rozoberané kvôli ich menšej súvislosti s predstavami o navrhovanom riešení.

Firma Garmin umožňuje používateľovi bezplatne stiahnuť údaje do svojich GPS zariadení. Údaje sú rozdelené do nasledujúcich kategórií [15]:

- ✓ **Databáza bodov Európskej databanky (EDB)** obsahuje POI (*Points Of Interest*, body záujmu), ktoré je možné implementovať do zariadení Garmin, databáza obsahuje údaje o top firmách ako klientov EDB
- ✓ **TravelGuide** je databáza bodov ktorá obsahuje fotografie a základne informácie o bode. Databáza obsahuje ubytovacie zariadenia, reštaurácie, kongresové miesta, kempy a kúpele.
- ✓ **Slovakia Adresy** obsahuje takmer 980000 adries a vznikla čiastočným prebráním adries z produktu Slovakia ROADS a z nového terénneho mapovania z roku 2007.
- ✓ **TourGuide body Hrady a zámky SR** obsahue body, obrázky a komentáre 126 hradov a zámkov na Slovensku. *TourGuide* body sú POI body doplnené o obrázok a MP3. Plná podpora je u zariadení Nüvi ktoré majú MP3 prehrávač, Zümo, StreetPilot C5xx.
- ✓ **Free mapy** z celého sveta rozdelené podľa kontinentov, vytvorené zdarma pre používateľov Garmin prístrojov, na priblíženie okolia pozície v danej lokalite. Jedná sa o 116 štátov s rozdielnou podrobnosťou a pokrytím.
- ✓ **NaviPro** poskytuje používateľom informácie pod názvom smartPOI, ktoré sú dostupné od leta 2008 už aj na Slovensku. NaviPro ponúka zviditeľnenie firiem v navigačných zariadeniach podľa vlastného uváženia, s možnosťou aktualizácie údajov. Účastníci cestnej premávky z údajov databázy NaviPro v GPS (POI a smartPOI) pohodlne a jednoducho vyberú pre nich potrebnú službu, obchod, reštauráciu, hotel a iné.
- ✓ **GPSmap** je séria 76 GPS máp
- ✓ **Cintoríny** je skúšobná databáza zosnulých na cintoríne Ružinov v Bratislave.
- ✓ **Jednosmerky v BA** obsahuje upozornenia na jednosmerné ulice v BA platné od 1.5.2010.

2.4.5 Automobilové navigačné systémy

Automobilové navigačné systémy (ANS) pre vozidlá značky BMW sú riešené ako sprievodca cestou s výstupmi na displeji. Ponúka zábavu rozličného zamerania, ktorou si používateľ môže skrátiť čas na dlhej ceste, ako rádio, kazetový prehrávač a CD prehrávač. Obsahuje zvukový systém DSP reprezentujúci príjemné zvukové prostredie pre zvolený hudobný štýl. OBC vypočítava dôležité údaje ako odhad času trvania cesty, priemernú spotrebu paliva. ANS vykonáva aj bezpečnostné funkcie ako napr. vydávanie akustického signálu v prípade, že rýchlosť vozidla prekročí stanovenú hodnotu. Pomocou mobilného

telefónu je možné byť v kontakte s ostatnými používateľmi a nadviazať hovor v ľubovoľnom čase. Nezávislý ventilačný systém s programovacími vlastnosťami zaisťuje želanú teplotu v interiéri vozidla. ANS obsahuje aj osobný kód na ochranu proti krádeži. Súhrn komponentov OBC je nasledovný [18]:

- ✓ GPS navigátor/sprievodca
- ✓ Rádío s kazetovým prehrávačom
- ✓ Samotný OBC
- ✓ Kód pre imobilizér motora

Je možné doplniť zariadenie o ďalšie komponenty ako:

- ✓ CD menič
- ✓ zvukový systém DSP
- ✓ Nezávislý ventilačný systém



Obr. 2.7 Ovládacie prvky palubného počítača [18]

Ak volant obsahuje riadiace tlačidlá, môže sa rádío ovládať aj pomocou nich. Pri vložení cieľovej adresy, kam sa má navigovať, musí byť vozidlo v stacionárnej polohe. Potom sa adresa zadá vybraním položky *GPS-Navigation* z ponuky OBC (obr. 2.7). Následne sa zadá krajina, mesto a adresa cieľa. V prípade nezadania úplnej adresy bude sprievodca navigovať vodiča po okraj zvoleného mesta. Ak nie je známe mesto len ulica, vypíše sa zoznam všetkých miest, kde sa nachádza ulica so známym názvom. Počet výpisov je možné voliteľne limitovať. Zvolená položka zoznamu sa importuje do systému sprievodcu. V opačnom prípade, t.j. ak nie je známa ulica, ale mesto, môže sa zadať cieľová poloha na mape pomocou krížového ukazovateľa (*cross-hairs*). Na mape je možné nastaviť požadovanú mierku. Týmto spôsobom sa dá navigovať aj do iných, záujmových miest v rozličných kategóriách ako sú jazerá, parkoviská, hotely, reštaurácie, múzeá a i. Pri hľadaní polohy špecifického

záujmového miesta sa zobrazí ich zoznam vo vybranej kategórii. Po vybraní položky zoznamu sa zobrazia informácie o danej destinácii. Systém ukladá údaje o naposledy zobrazenej destinácii, ktoré je možné podľa potreby zobrazit'. Ak sa chce používateľ vrátiť k štartovaciemu bodu, tak ho tam sprievodca po zvolení tejto funkcie bez problémov navedie. ANS poskytuje naplánovať si po akej ceste má sprievodca navigovať, napr. po diaľnici, ceste 1., či 2. triedy s optimalizáciou z časového hľadiska. Počas cesty sa na mape zobrazuje naplánovaná trasa a je aj možné zobrazit' zoznam miest a ciest spolu so vzdialenosťami k nim, ktorý je založený na odporúčaní ANS. Vyhýbanie dopravným zápcham sa uskutočňuje vypnutím navigácie a samotným odklonením od plánovanej časti trasy, kde nastala záпча. Potom je možné zadať koľko km sa má prejsť pri návrate k pôvodnej trase pri najbližšej príležitosti. Systém tiež umožňuje zobrazit' aktuálnu polohu vozidla alebo mapu ciest s vyznačením polohy vozidla. Táto funkcia je užitočná v prípade, ak sa nezadá cieľ cesty a dovoľuje monitorovať počet prejdených kilometrov. Vo zvláštnych prípadoch, napr. keď sa auto nachádza na trajekte, je možné výnimočne zadať polohu vozidla ručne. Inak táto možnosť nie je povolená [17].

Výrobcovia BMW, Ford a General Motors poskytujú zariadenia spolupracujúce s *Google maps*, ktorého mapy sa dajú do nich stiahnuť prostredníctvom funkcie *eNav* od spoločnosti OnStar buď cez Internet alebo mobilnú aplikáciu⁷. Ostatní výrobcovia automobilov ako OPEL, AUDI a i. používajú ANS s podobnými vlastnosťami. Zabudované ANS sú buď ich vlastných značiek alebo používajú iné, napríklad TomTom⁸ alebo už spomínaný Garmin.

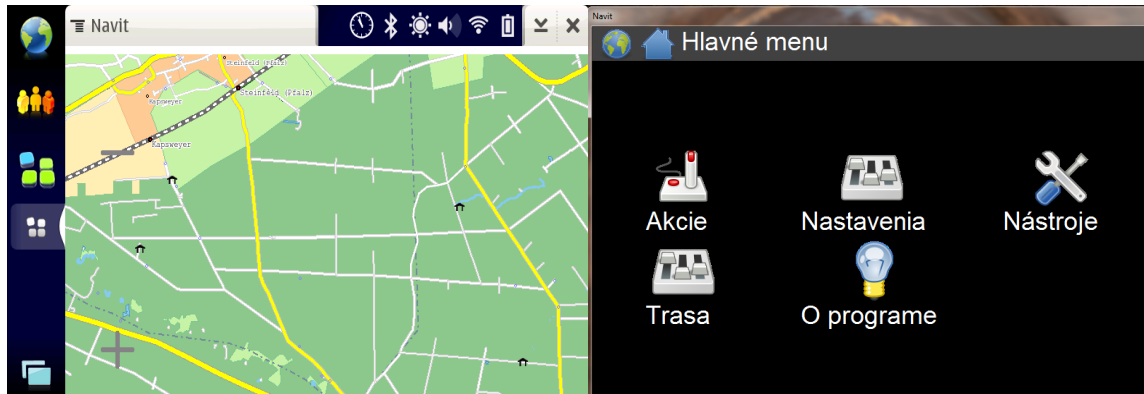
2.4.6 Navit

Voľne dostupný (*open source*) automobilový navigačný systém naprogramovaný v jazyku C s grafickou knižnicou GTK+ so zabudovaným automatickým smerovaním. Používa vektorové mapy rôznych formátov na navigovanie a vykresľovanie na obrazovke. Umožňuje použiť rôzne mapy v jeden okamih. Grafické používateľské rozhranie je navrhnuté tak, aby spoľahlivo pracovalo s dotykovou obrazovkou. Dokáže zobrazovať na mape POI rôznych formátov. Aktuálna pozícia vozidla sa získa buď z portu GPSD alebo priamo z NMEA GPS senzorov. Smerovací modul nepočíta len optimálnu cestu k cieľu, ale aj usmerňuje hlasovou navigáciou. Navit momentálne obsahuje podporu pre 49 jazykov, môže

⁷ <http://www.popularmechanics.com/cars/news/industry/google-maps-turn-by-turn-nav-in-cars>

⁸ <http://www.tomtom.com/>

byť spustený pod rôznymi platformami (Linux, Windows, Android, OpenMoko Freerunner, Wince, Nokia n800 Internet tables, iPhone, Zaurus). Pracuje s mapami typu OSM alebo Garmin. Na stránke projektu je možné stiahnuť mapu vybranej alebo preddefinovanej oblasti v jednom súbore. Takto získane mapy zaberajú pomerne veľa miesta na disku, napr. oblasť západu Slovenska vyžaduje okolo 70MB úložného priestoru. Navit používa na smerovanie Dijkstrov algoritmus. Smerovanie začína v cieľi priradením hodnoty každému bodu priamo pripojenému k cieľovému bodu. Hodnota predstavuje odhadovaný čas potrebný na prekonanie tejto vzdialenosti. Následne sa zvolí bod s najmenšou hodnotou použitím Fibonacciho hromady a tá sa priradí k pripojenému bodu, ktorý buď ešte nemá priradenú hodnotu, alebo jeho hodnota je väčšia ako nová. Hľadanie sa opakuje dovtedy, kým sa nenájde východiskový bod. V okamihu jeho nájdenia je už len potrebné riadiť sa k cieľu cez body s najnižšou hodnotou. Program tiež umožňuje zobrazit' mapu v 3D a vyhľadávanie miest. Obr. 2.8 znázorňuje vzhľad aplikácie - vľavo je možné vidieť zobrazenú mapu, ktorá bola stiahnutá z Internetu podľa vybranej oblasti, vpravo je hlavná ponuka aplikácie, ktorá obsahuje položky na výber mapy, typ zobrazenia mapy na displeji, vyhľadávanie ulíc, popis trasy a jazykové nastavenia [19].

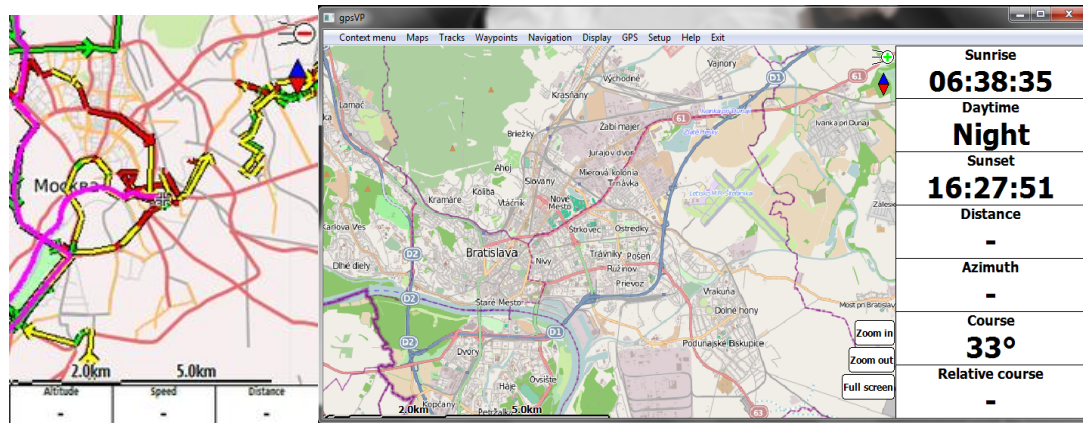


Obr. 2.8 Okno aplikácie Navit [19]

2.4.7 GpsVp

GPS Visual Painter je navigačná aplikácia, ktorá zobrazuje mapy vo vektorových ako aj rastrových formátoch. Má vstavanú podporu pre načítanie OSM dlaždíc (*off-line* alebo na požiadavku cez bezdrôtovú alebo inú sieť na nadviazanie internetového spojenia) alebo Garmin máp (tiež viac naraz), rôzne úrovne detailov. Dokáže aj zaznamenávať trasy a ukladať POI. Hľadanie v rámci OSM je tiež dostupné. Zobrazuje i skenované mapy, tie však musia

byť vhodným spôsobom spracované do podoby obrázkových dlaždíc. Aplikácia je spustiteľná na platforme Windows verziách pre osobný počítač, PocketPC, Smartphone s alebo bez dotykovej obrazovky. Aplikácia zaznamenáva trasu vo formáte GPX alebo Oziexplorer (formát .plt).



Obr. 2.9 Okno aplikácie GpsVp [20]

Obr. 2.9 znázorňuje zobrazenie máp formátov Garmin a OSM v aplikácii. Informačný panel napravo ukazuje aktuálnu rýchlosť, smer, čas a vzdialenosť do cieľa. Garmin mapa bolo načítaná zo súboru, OSM mapa bola stiahnutá vo forme obrázkových dlaždíc, bolo potrebné povoliť spojenie s Internetom. Na mape sa zobrazovala aktuálna poloha, smer, dostupnosť a mierka so vzdialenosťou v km satelitu. Namiesto nestiahnutých dlaždíc sa zobrazovali prázdne plochy. Aplikácia zobrazovala POI, pri výbere mapy typu Garmin, vo forme ikon na mape, tie bolo možné schovať. Výhodou bola i podpora získavania údajov o pozícii priamo z GPS zariadenia [20].

2.4.8 OSMTracker

OSMTracker je aplikácia určená pre platformy WindowsMobile PDA/PocketPC a SmartPhone, tiež existuje verzia pre operačný systém Android. Naprogramovaná je v jazyku Visual Basic .NET 2.0. Jej hlavné vlastnosti sú zaznamenávanie trás do súboru GPX a rýchle hlasové oznamovanie keď je nablízku traťový bod pri jazde bicyklom alebo autom. Obsahuje tiež posuvnú mapu s indikáciou smeru trasy. Mapu je možné približovať, vzdialovať a centrovať. Zdrojové súbory sú voľne dostupné pod licenciou GPLv3. Aplikácia dokáže prijímať údaje zo sériového portu (priamo cez sériové rozhranie alebo cez GPS Intermediate Driver ovládač - pre Windows Mobile/PocketPC zariadenia), analyzovať NMEA

vety, zobrazit' ich údaje z nich (zemepisnú šírku, zemepisnú dĺžku, rýchlosť - ako text i graf a počet sledovaných satelitov), uložit' vo forme súboru a následne simulovať. V nastaveniach je možné vybrať server, z ktorého sa budú načítavať dlaždice, cieľový adresár, kam sa budú ukladať, poskytovateľa vykresľovania máp, zvoliť minimálnu a maximálne úroveň priblíženia. Nastavenia programu sú uložené v súbore XML, takže po ukončení aplikácie ostávajú uložené a znovu sa načítajú so spustením programu. Obsahuje vlastný editor tlačidiel, pomocou ktorého si používateľ môže vytvoriť vlastnú zostavu tlačidiel, ktorými sa zadáva daný *waypoint* (*waypoint* slúži na identifikáciu POI, tým, že sa POI k nemu prideli - *waypoint* je to miesto na mape, traťový bod, bude širšie vysvetlený neskôr) na aktuálnej pozícii na mape (obr. 2.10 vľavo). POI je možné uložiť počas sledovania trasy do GPX súboru. K ďalším vlastnostiam patrí záznam zvuku a videa. Na obr. 2.10 je možné vidieť zobrazenú mapu vo formáte OSM. Červená šípka v strede určuje aktuálnu pozíciu na mape, jej uhol naklonenia zas ukazuje smerovanie. Mapu je možné približovať i vzdďaľovať pomocou dostupných tlačidiel „+“ a „-“. V hornej časti obrazovky vidno rýchlosť, ktorou sa objekt práve pohybuje a smer pohybu. Ovládanie je intuitívne, vzhľad prehľadný. Používateľ si môže naštudovať všetky možnosti aplikácie v dostupnej dokumentácii na stránke projektu [21].



Obr. 2.10 Okno programu OSMTracker [21]

2.4.9 Porovnanie existujúcich riešení

V tejto kapitole sa sumarizujú vlastnosti existujúcich riešení, ktoré by nemali chýbať v návrhu riešenia. Do porovnávania sa zahŕňa aj firma Funtoro spolu s jej technológiou MOD, keďže sa z nej vychádza. Požadované vlastnosti riešení sú zhrnuté v tab. 2.1.

Názov riešenia	Plánovanie cesty	Optimalizácia cesty	Definovanie záujmových bodov	Zobrazenie stavu postupu po trase	Vlastný hardvér
MOD	nie	nie	nie	áno	áno
Ovi maps	áno	nie	áno	áno	nie
Google maps	áno	nie	áno	áno	nie
Garmin	áno	áno	áno	áno	áno
ANS (BMW)	áno	áno	nie	áno	áno
Navit	áno	áno	nie	áno	nie
GpsVp	áno	nie	nie	áno	nie
OSMTracker	áno	nie	áno	áno	nie

Tab. 2.1 Porovnanie existujúcich riešení

Z tabuľky je možné vidieť, aké vlastnosti by sa mohli pridať do technológie MOD. Napríklad je možné do MOD nahrať *Google maps*, *iGO*⁹, či inú vlastnú navigáciu. Pri týchto riešeniach je vhodné ešte pripomenúť, že väčšina, ako napr. *Ovi maps* a Garmin umožňuje sťahovať aktualizácie databázy zaujímavých miest zo servera do používateľskej aplikácie. Ak sa bude používateľ nachádzať v ich blízkosti, tak sa mu zobrazia požadované informácie. Najviac možností ponúkajú firmy Funtoro, BMW a Garmin. Prvá z nich ponúka prepracované multimediálne riešenie MOD pre celé zájazdy, zato druhá sa vyznačuje širokým poľom pôsobnosti, čo dosvedčuje široká škála rôznych typov zariadení rozdelených do kategórií ako automobily, cyklistika, šport a i. Zariadenia firmy BMW sa existujú buď vo vlastnom alebo inom vyhotovení. To isté platí i o ostatných výrobcov vozidiel, ako už bolo uvedené na konci časti zaoberajúcej sa ANS. Ďalšiu kategóriu predstavujú riešenia na posledných troch riadkoch tab. 2.1. Jedná sa o voľne dostupné navigačné programy, ktoré vlastnosťami predstavujú rovnocennú alternatívu k podobným komerčným riešeniam. Ich silnou stránkou je

⁹ <http://www.igomyway.com/>

prenositelnosť medzi rôznymi platformami, na druhej strane sú vyvíjanie skupinou ľudí s rôznym stupňom vedomostí a skúseností a preto je dôležité sledovať na stránkach projektu, ktoré chyby boli odhalené, prípadne sa na ich odhalení podieľať osobne. Tvorí tiež vhodný príklad použitia OSM máp v rastrovom i vektorovom formáte (budú vysvetlené v nasledujúcich podkapitolách). Zobrazujú ich buď priamo z rastrového obrázka (GpsVp, OSMTracker), alebo používajú existujúci vektorový formát (GpsVp) alebo si vytvoria vlastný (Navit). Samozrejmosťou je podpora GPS zariadenia.

2.5 Kľúčové pojmy pre prácu s navigačnými údajmi

Pri kontakte s GPS technológiou a navigáciou sa často stretáme s pojmami, ktoré popisujú objekty vyskytujúce sa na mape. Táto kapitola predstavuje a vysvetľuje najznámejšie a najdôležitejšie z nich.

Traťový bod (*waypoint*)

Referenčný bod vo fyzickom priestore určený pre navigačné účely. Množina koordinátorov, ktoré identifikujú orientačný bod na mape alebo pozíciu vo fyzickom priestore s možnosťou ho znovu nájsť po nejakom čase. Význam koordinátorov, inak povedané súradníc, sa mení v závislosti od ich aplikácie. V oblasti pozemnej navigácie môžu zahŕňať zemepisnú šírku, zemepisnú dĺžku. Vo vzdušnej navigácii sa k nim ešte pridáva nadmorská výška. Traťový bod môže popisovať objekty na mape ako reštaurácie, hotely, hrady, zámky, múzeá, cesty, križovatky, čerpacie stanice, obchody, obľúbené miesta, alebo rôzne prírodné úkazy a scenérie. Ukladá sa v GPS zariadeniach alebo súborovom systéme počítača. Mnohé zariadenia umožňujú používateľovi pridať každému traťovému bodu pomenovanie. V praktickom používaní môže displej na GPS zariadeniach smerovať k prednastavenému traťovému bodu. Toto nastavenie sa uskutočňuje buď zadaním údajov do GPS prijímača alebo do mapového programu v počítači [22].

Bod záujmu (POI)

Lokalita, ktorá má pre používateľa špecifický význam. Táto informácia môže byť pridaná buď priamo do mapy, alebo do databázy, keď nie je dostupné jej zobrazenie. POI údaje sa využívajú na zobrazenie ikon na mape. Po kliknutí na ňu sa zobrazia dodatočné informácie. Je traťový bod v užšom zmysle slova. Môžu obsahovať textový popis [23].

Cesta (*route*)

Cesta je vo všeobecnosti tvorená sekvenciou dvoch alebo viacerých traťových bodov, cez ktoré prechádza určitý objekt pozdĺž smeru cesty. GPS zariadenie väčšinou informuje o smere a vzdialenosti k ďalšiemu bodu sekvencie. Keď ho dosiahne, tak pokračuje na ďalší a tak podobne až ku stanovenej destinácii. Je to naplánovaná trasa [24].

Trasa (*track*)

Trasa je vytvorená z údajov zhromaždených automaticky počas pohybu so zapnutým prijímaním GPS údajov. Poskytujú záznam o tom, kde sa používateľ v danom časovom okamihu nachádzal pre neskoršie určenie smeru a rýchlosti pohybu. Údaje predstavujú body, ktorých pospájaním dostaneme celkovú prejdenú trasu [24].

Tieto objekty alebo údaje o koordinácii sa väčšinou ukladajú ako uzly v GPX súbore. Trasy, traťové body a cesty je potom možné ľahkým spôsobom previesť alebo konvertovať do inej podoby, napr. mapy. Tento formát je voľne dostupný, bez licenčných obmedzení, to umožňuje ľahkú výmenu dát medzi GPS zariadeniami a programovými knižnicami.

Dlaždica mapy (*map tile*)

Štvorcové bitmapové obrázky usporiadané do mriežky tvoriace dokopy mapu. Typicky majú rozmer 256 x 256 pixelov. Spoločne tvoria značne veľký obrázok nehovoriac o tom, že pre každú úroveň priblíženia musí byť osobitná súprava. Čím je úroveň priblíženia vyššia, tým viac obrázkov v rámci nej tvorí mapu. Hlavnou myšlienkou nie je ich zobrazit' naraz, ale po jednotlivých oblastiach, napr. na webovej stránke. Typicky sa to uskutočňuje pomocou javascript knižnice na posúvanie, približovanie mapy a na posielanie žiadostí na sťahovanie nových dlaždíc, keď je potrebné zobrazit' používateľovi novú oblasť na mape [25].

2.6 Formáty zobrazenia mapy v GPS aplikáciách

Táto kapitola obsahuje popis a porovnanie dvoch formátov na zobrazovanie máp používaných v počítačoch. Mapy môžu byť videné buď v bitmapovej alebo vektorovej podobe:

Bitmapový (rastrový) formát

Obraz mapy sa skladá z jednotlivých pixelov. Ich usporiadaním do obdĺžnika dostávame hotovú mapu. V akej forme je obrázok uložený na disku, tak v takej je aj zobrazený. Súbory vo formáte .bmp (mapa bitov - bitmap) zaberajú pomerne veľa úložného priestoru. Aby sa priestor ušetril, obrázky sa komprimujú do formátu RLE alebo GIF. Návrh GIF formátu je chránený patentom, preto ten, kto nechce vynaložiť zbytočné náklady použije dostupnejšie ale menej efektívnejšie riešenie akým je formát JPG. Tento formát je vhodný skôr na fotografie osôb a scenérií ako na mapy, pretože jeho kompresná schéma môže byť stratová, čo môže spôsobiť rozmazanie niektorých častí terénu. Na prekonanie týchto nedostatkov bol vyvinutý PNG formát. Ďalším príkladom je formát TIF alebo TIFF, ktorý je vo svojom základe neefektívny na uloženie, podobne ako je to u BMP, ale existuje kompresná verzia, ktorá značne ušetrí priestor. Skomprimované obrázky musia byť následne pred ich zobrazením, ktoré znateľne spotrebúva systémové prostriedky, dekomprimované, aby ich náhľad nebol pomalý. Na zobrazenie pozície na takejto mape sa musia najprv GPS údaje previesť z 3D do 2D priestoru a potom sa táto pozícia interpretuje ako poloha pixelu na obrázku predstavujúceho mapu [23].

Vektorový formát

Použitím tohto formátu sa mapy priamo neukladajú ako obrázky do databázy alebo iného úložiska, namiesto toho sú podľa potreby vykresľované z informácií uložených v nej. Databáza obsahuje koordináty definujúce body a informácie ako tieto body prepojiť, na vytvorenie čiar a iných grafických objektov. Okrem toho je možné priradiť k bodu text s popisom, ktorý sa zobrazí po jeho vykreslení na mape. Uvažujme o trase vytvorenej z pozičných údajov GPS zariadenia, ktorá pozostáva z usporiadanej množiny traťových bodov. Každý traťový bod je definovaný názvom, pozíciou a poradím, v akom sa pripojí k ostatným pri vytváraní línie trasy. Toto predstavuje vektorovú reprezentáciu cesty a keď ju zobrazíme na mape, vyzerá skutočne ako mapa cesty. Čím viac bodov použijeme, tým viac bude mapa podrobnejšia. Iné objekty ako jazerá, pracujú podobne s výnimkou toho, že vytvárajú z bodov uzavretú slučku, ktorej povrch je možné vyplniť zvolenou farbou alebo tieňovaním a do jeho stredu umiestniť text s popisom. Pretože GPS prijímač vypočítava pozíciu, je jednoduché integrovať jeho polohu s polohou objektu z databázy. Toto je podstata funkcie vektorového formátu. Je možné použiť matematické operácie na porovnanie polohy z GPS prijímača a objektu z databázy a tak určiť, či bol dosiahnutý. Pretože sa obrázky

vytvárajú za chodu vypočítaním jeho mierky z databázového priblíženia (*zoom*) je jednoduché mierku zmeniť a obrázok znovu vykresliť. Treba myslieť na to, že komplikované obrázky zaberajú veľa výpočtového času. Na jeho zníženie je ku každému objektu v databáze priradená informácia v akej mierke sa má zobrazovať. Na rozdiel od rastrových obrázkov tu neexistuje jednotný štandard. Každý výrobca si definuje vlastný [23].

2.7 Zhodnotenie analýzy

Analýza vybraných oblastí problematiky pomohla vytvoriť obraz o tom, aké má mať konečný produkt vlastnosti vzhľadom na trendy vývoja súčasných technológií ako aj akým spôsobom sa tieto technológie uvádzajú do bežnej prevádzky. Tento spôsob je približený pomocou charakterizovania a porovnania existujúcich riešení. Tie predstavujú navigačné aplikácie a k nim niekedy dodávané zariadenia, pre motoristov, bicyklistov, či turistov vo vyhotoveniach uvedených firiem. Z tohto porovnania je možné vidieť, čo je pre riešenie kľúčové. Napr. je zrejmé, že takmer všetky navigačné aplikácie okrem zobrazenia aktuálnej polohy na mape, umožňujú plánovanie trasy, optimalizáciu trasy a definovanie záujmových bodov. Pričom je vhodné zdôrazniť výhodu prítomnosti vlastného hardvéru, bez ktorého by nebola realizácia riešenia úplná. Ďalším aspektom analýzy bolo porovnanie vlastností komerčných i voľne dostupných riešení. Pričom sa vyvodil dôsledok taký, že komerčné aplikácie využívajú vlastný, prevažne vektorový, formát mapy a tie sú určené priamo pre zariadenia konkrétneho výrobcu. Mapy zobrazujú výlučne v režime *off-line* zo súboru uloženom v pamäti zariadenia. Zato voľne dostupné riešenia väčšinou nie sú určené pre konkrétny hardvér, ale pracujú pod rôznymi platformami. Používajú vektorový i rastrový formát zobrazovania máp. Na vektorové zobrazenie využívajú ako zdroj buď existujúci komerčný súborový formát, ako je Garmin alebo si definujú vlastný, väčšinou vychádzajúci z OSM máp. Sú neustále vo vývoji a v ladení chýb, pričom treba brať ohľad na to, aby sa využívala vždy posledná stabilná verzia. Pri rastrovom formáte je mapa uložená v podobe dlaždíc, ktoré sa sťahujú pri dostupnom pripojení, aby ju bolo možné prezerat' *off-line*. Samozrejmosťou pre všetky analyzované aplikácie bola podpora spracovania údajov z GPS antény. Často býva rozhodujúca pri výbere komerčného alebo voľne dostupného riešenia len cena a nároky používateľa.

3 Opis riešenia

Obsah tejto kapitoly tvorí špecifikácia požiadaviek, ktoré sú kladené na riešenie a jeho samotný návrh. Sú to všetky kroky, ktoré je potrebné uskutočniť v tejto etape vývoja riešenia. Pri pohľade na riešenie ako celok dostávame predstavu o jeho vstupoch a výstupoch. Vstupy predstavujú navigačný signál z GPS antény pripojenej na sériový port a dotykový monitor vo funkcií ovládacieho prvku, pričom jediný výstup tvorí dotykový monitor, ktorý tu plní úlohu zobrazovacej jednotky. Aplikácia sa bude spúšťať na MOD zariadení, ktoré sa nazýva Telematic Box typu BV-105. Pre ďalší vývoj je obzvlášť dôležitá prítomnosť spomínanej GPS antény, dotykového monitora a sieťového adaptéra, ktorý poskytuje možnosť internetového pripojenia.

3.1 Špecifikácia požiadaviek

Riešenie má poskytnúť používateľovi jednoduché, intuitívne a pohodlné ovládanie, ľahkú dostupnosť funkcií aplikácie. Samozrejmosťou by mala byť podpora pre užívateľov s rôznou úrovňou skúseností s navigačnými technológiami. Jeho vlastnosti by mali umožňovať definície záujmových bodov, aktualizáciu údajov o záujmových bodoch a mapách cez sieťové alebo USB rozhranie, plánovanie cesty pre turistické, poznávacie, kultúrne alebo iné účely. Tieto požiadavky a ciele môžeme zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- ✓ Jednoduché a intuitívne ovládanie pre používateľa
- ✓ Možnosť práce v reálnom čase
- ✓ Možnosť naplánovania cesty
- ✓ Načítavanie aktualizáčnych údajov z USB alebo sieťového rozhrania
- ✓ Vyhľadávanie POI podľa zadaných parametrov
- ✓ Zobrazovanie dostupných POI na mape podľa mierky alebo kategórie
- ✓ Zobrazovanie zoznamu prejdenných, resp. nasledujúcich POI na naplánovanej ceste
- ✓ Zobrazovanie informácií o POI
- ✓ Zobrazovanie štatistiky o prejdennom úseku cesty
- ✓ Zobrazovanie pozície vozidla na mape

Prvým krokom pri splnení týchto požiadaviek patrí získanie GPS údajov vo forme NMEA vety a tie vhodným spôsobom rozobrať (*parsing*) a vybrať z nich potrebné údaje o aktuálnej polohe. Tieto operácie sa vykonávajú na tzv. fyzickej vrstve, lebo sa tu pracuje s údajmi vo forme bitov, resp. bajtov, ktoré prichádzajú na sériový port z GPS antény. Keďže to cieľové zariadenie umožňuje, na tejto vrstve sa bude nachádzať okrem GPS aj sieťové rozhranie s internetovým pripojením. Jeho prítomnosť však nemusí byť nutná, lebo samotné spojenie alebo potrebný modul na nadviazanie spojenia nemusia byť vždy dostupné. Navyše aplikácia nie je zamýšľaná ako prednostne webová a tiež práca s ňou bude prebiehať väčšinou v režime bez spojenia (*off-line*). Teda ide skôr o podpornú službu. Úlohou nasledujúcej, logickej vrstvy je spracovanie, analýza údajov z fyzickej vrstvy a ich poskytnutie nasledujúcej vrstve na zobrazenie. Jej realizácia bude prebiehať v druhom kroku vývoja aplikácie. Ďalej bude potrebné nájsť spôsob zobrazenia mapy vo vhodnom formáte, trasu a POI na nej. Okrem toho táto vrstva bude prijímať požiadavky od používateľa, spracovať ich a poskytnúť mu výsledky. Toto bude úloha tzv. prezentačnej vrstvy. Vrstvový model predstavuje ucelený prehľad o štruktúre aplikácie. Umožňuje ju rozdeliť na jednotlivé časti, moduly a tie osobitne definovať v návrhu riešenia.

3.2 Návrh riešenia

Návrh riešenia predstavuje spôsob ako splniť požiadavky kladené v špecifikácii riešenia. Vychádza zo skutočnosti, že v súčasnosti existuje rozmanitý počet navigačných aplikácií, ktoré spadajú pod kategóriu GIS systému. Niektoré z nich už boli uvedené v časti zaoberajúcej sa existujúcimi riešeniami. Tie majú niektoré vlastnosti spoločné ako zobrazovanie aktuálnej pozície a trasy na mape alebo prácu s POI. Navrhované riešenie ich bude spĺňať tiež. Medzi ďalšie funkcie patrí plánovanie trasy, ktoré v tomto prípade bude znamenať, že pre každú novú trasu bude umožnené zvoliť kategórie tých POI, ktoré sa budú zobrazovať na mape a vzdialenosť, do ktorej sa bude oznamovať ich prítomnosť.

Jednotlivé vrstvy riešenia by mali vykonávať nasledujúce funkcie:

✓ Fyzická vrstva

- umožnenie prijímania údajov zo sériového rozhrania
- umožnenie podporného sieťového pripojenia
- ukladanie zvolených údajov do súboru
- načítanie zvolených údajov zo súboru

✓ **Logická vrstva**

- vykonanie analýzy NMEA viet na získanie pozičných údajov
- spracovanie analyzovaných výsledkov do zodpovedajúcej podoby
- nadväzovanie pripojenia k sieti a sťahovanie potrebných údajov

✓ **Prezentačná vrstva**

- zobrazenia mapy vo vhodnom formáte
- zobrazenie informácií o aktuálnej pozícii na mape
- zobrazenie POI na mape podľa zvolených kritérií
- plánovanie trasy
- zobrazenie aktuálnej trasy na mape
- zobrazenie vypočítaných štatistických údajov ako počet prejdenej kilometrov, priemerná rýchlosť, časové trvanie cesty a pod.
- ukladanie a načítanie zvolenej trasy z, resp. do súboru

3.2.1 Návrh fyzickej vrstvy

Bude obsahovať funkcie na komunikáciu so sériovým rozhraním, kde je pripojená GPS anténa, pomocou ktorej sa získajú údaje o pozícii zo satelitu. Údaje prichádzajú v podobe NMEA viet, tie bude nutné v nasledujúcej vrstve analyzovať. Ďalšou funkciou tejto vrstvy bude nadväzovanie internetového pripojenia cez sériové rozhranie. Na rozhranie je možné pripojiť sieťovú kartu alebo modul na príjem údajom z mobilnej siete. Po úspešnom pripojení sa bude mapa ukladať z príslušného servera na lokálny priečinok, aby ju bolo možné zobrazovať aj *off-line*. Mapa je uložená vo forme malých bitmapových štvorcových obrázkov, dlaždíc (*tiles*) podľa zvolenej úrovne priblíženia (*zoom level*). Po ich usporiadaní do mriežky dostávame pohľad na celkovú mapu. Typicky majú rozmer 256 x 256 pixelov. Ak si vyberieme typ mapy OpenStreetMap¹⁰, tak ten používa na vykresľovanie mapy *on-line* tzv. Slippy Map, čo je webové rozhranie, ktoré poskytuje vykreslené mapy. Typickým príkladom mechanizmu na vykresľovanie mapových dlaždíc je voľne dostupný nástroj Mapnik určený na vytváranie kvalitných mapových aplikácií bežiacich buď na webe alebo na stolovom počítači¹¹.

¹⁰ openstreetmap.org

¹¹ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapnik>

Zhrnutie funkcií fyzickej vrstvy:

- ✓ manipulácia so sériovým rozhraním – zvolenie portu, na ktorom je pripojená GPS anténa, nastavenie komunikačných parametrov (rýchlosť prijímania údajov – *baud rate*, start bit, stop bit)
- ✓ manipulácia so sieťovým rozhraním – nadväzovanie spojenia, úloha vybrať vhodný server ako zdroj dlaždíc a poskytovateľa vykreslených dlaždíc (napr. Mapnik), vybranie súboru, kam sa budú dlaždice ukladať
- ✓ manipulácia so súborom – ukladanie a otváranie dlaždíc mapy, tie sa uchovávajú pre účely prezerania mapy bez spojenia, teda *off-line*, trasy a načítanie POI

3.2.2 Návrh logickej vrstvy

Hlavnou úlohou logickej vrstvy bude analýza prijatých NMEA viet. Tie prichádzajú vo forme prúdu bajtov, z ktorého je možné čítať ako z textového súboru. Po rozpoznaní vety bude potrebné získať údaje o pozícii pomocou operácií s reťazcami ako je ich rozdelenie na jednotlivé časti, tzv. podreťazce a ich konverzia do zodpovedajúceho formátu času alebo súradníc na zobrazenie na mape a poskytnúť ich prezentačnej vrstve. Tá ich môže použiť na ďalšie výpočty na zistenie polohy dlaždice s aktuálnou polohou, výpočet dĺžky aktuálnej, či uloženej trasy alebo či sa POI nachádza v dosahu zvolenej vzdialenosti, aby sa mohla používateľovi zobrazit' jeho prítomnosť. Existuje viac typov NMEA viet v rozličných verziách, ale pre účel získania pozície stačia formáty RMC, GGA a GSA. Ich štruktúra je uvedená nižšie:

\$GPRMC,155143,A,4809.1479,N,01704.3964,E,000.1,288.3,190411,002.9,E*72

RMC - odporúčaná minimálna veta

155143- čas vzorky 15:51:43 UTC (svetový čas)

A – aktívny stav

4809.1479,N - 48 stupňov, 09.1479 minút severnej zemepisnej šírky

01704.3964,E - 17 stupňov, 04.3964 minút východnej zemepisnej dĺžky

000.1- rýchlosť po povrchu v uzloch

288.3- uhlová dráha v stupňoch

190411 dátum merania – 19. apríl 2011

002.9,E - východná magnetická výchylka

***72** - kontrolný súčet údajov, vždy začína s “ * “

\$GPGGA,155143,4809.1479,N,01704.3964,E,1,06,2.4,197.7,M,42.7,M,,*48

GGA - GPS vzorka údajov

155143 - čas vzorky 15:51:43 UTC

4809.1479,N - 48 stupňov, 09.1479 minút severnej zemepisnej šírky

01704.3964,E - 17 stupňov, 04.3964 minút východnej zemepisnej dĺžky

1 - trieda vzorky GPS vzorka/záznam

06 - počet sledovaných satelitov

2.4 - horizontálne zoslabenie pozície

197.7,M - nadmorská výška

42.7,M - nárast geoidu (priemerná nadmorská výška) nad WGS84 elipsoidom

,(prázdne pole) - čas v sekundách od poslednej DGPS aktualizácie

,(prázdne pole) - ID číslo DGPS stanice

***48** - kontrolný súčet údajov

\$GPGSA,A,3,15,28,27,08,09,18,,,,,3.1,2.4,2.0*37

GSA - Stav satelitu

A – automatický výber medzi 2D a 3D zobrazením

3 - 3D záznam(vzorka)

15,28,27,... - PRN čísla satelitov použitých pre daný záznam - 12 miest

PRN (*Pseudo Random Noise*) čísla od 1 – 32, označujúce pseudonáhodný kód pridelený satelitu

3.8 – DOP, zníženie presnosti (*Dilution Of Precision*)

2.4 – HDOP, horizontálne zníženie presnosti

2.0 – VDOP, vertikálne zníženie presnosti

***37** - kontrolný súčet údajov

Dokonca ani z týchto vybraných viet nie je potrebné využiť všetky údaje, pre určenie polohy nám stačí využiť polia zemepisná šírka a dĺžka (previesť do formátu desatinných stupňov), kvalita signálu (do akej miery je prijateľný), počet používaných satelitov a ich identifikačné čísla, nadmorská výška, UTC čas, dátum, platnosť údajov.

Prácu so sieťovým pripojením budú zabezpečovať existujúce knižnice, ktoré sú súčasťou vybraného vývojového prostredia. Hlavným cieľom po nadviazaní spojenia s *tile* serverom bude zistiť, ktoré dlaždice mapy bude potrebné získať zo servera a potom ich z neho stiahnuť do zodpovedajúcej zložky. Treba dbať ohľad na to, že nie všetky časti povrchu Zeme

ako niektoré vojenské a vládne objekty a zóny sú dostupné pod maximálnym priblížením. Aktuálna GPS pozícia sa pri normálnom režime bude nachádzať vždy uprostred mapy a počas pohybu sa mapa bude na ňu centrovať. Pri prezeraní mapy ručne, v manuálnom režime, to tak nebude platiť lebo uprostred bude pozícia kurzora a aktuálna GPS pozícia môže byť teda na ľubovoľnom mieste na mape. Tento posun oproti GPS pozícii je potrebné zohľadniť prepočítaním vzdialenosti v pixeloch na skutočnú vzdialenosť medzi dvoma bodmi na mape na príslušnej úrovni priblíženia.

Zhrnutie funkcií logickej vrstvy:

- ✓ analýza NMEA viet zo vstupného prúdu sériového rozhrania
- ✓ vytvoriť webovú žiadosť o dlaždicu so serverom zdroja dlaždíc
- ✓ získanie údajov z webovej odpovede servera ich zdroja vo forme dlaždíc
- ✓ poskytnutie vypočítaných výsledkov v príslušnom formáte nasledujúcej vrstve

3.2.3 Návrh prezentačnej vrstvy

Hlavným účelom tejto vrstvy je prezentovať používateľovi údaje z logickej vrstvy. To sa bude uskutočňovať prevažne na zobrazovacom prvku pre mapu, ktorý usporiada jednotlivé dlaždice do celkovej podoby, a tak vznikne kompaktná mapa. Aktuálna pozícia bude vyznačená a vycentrovaná na mape. Na mape sa budú vykresľovať POI s popisom, vyznačenie trasy, bude ju možné vzdialiť alebo priblížiť (tzn. zmeniť mierku, *zoom*), resp. posunúť do zvolenej oblasti. Okrem toho bude možné vidieť štatistické údaje o aktuálnej polohe, počet prejdenej kilometrov, dostupnosti GPS zariadenia, internetového pripojenia a dostupné nastavenia pre cieľový adresár na uloženie mapy, výber zdroja dlaždíc, režimu *on-line* resp. *off-line*, súboru na exportovanie trasy. Pri zobrazení spracovaných údajov z logickej vrstvy je potrebné brať do úvahy ich rôznu podobu a formu (text, grafika) a teda aj spôsob zobrazenia sa bude líšiť podľa typu údajov. Zato niektoré údaje ako napr. poloha sa budú zobrazovať vo viacerých podobách aby bolo možné overiť jej správnosť číselne i vizuálne. Vo vizuálnej podobe polohu predstavuje bod na mape, ich pospájaním vznikne trasa. POI sa budú identifikovať podľa blízkosti od aktuálnej polohy. Znázornenie samotných POI bude mať tiež rôznu podobu, ako obrázkové ikony POI na mape alebo text s popisom. Štatistiky o trase a nastavenia aplikácie budú v aplikácii reprezentované vo forme textu.

Zhrnutie funkcií prezentačnej vrstvy:

- ✓ poskytovanie grafického používateľského prostredia, cez ktoré sa budú zadávať príkazy na ovládanie aplikácie
- ✓ zobrazovanie mapy vo forme obrázka vytvoreného pospájaním jednotlivých dlaždíc
- ✓ zobrazovanie POI vo forme ikon podľa kategórie a zobrazovanie ich vlastností
- ✓ zobrazovanie trasy na mape
- ✓ zobrazovanie štatistických údajov a údajov o aktuálnej polohe
- ✓ zobrazovanie a možnosť zadávania nastavení

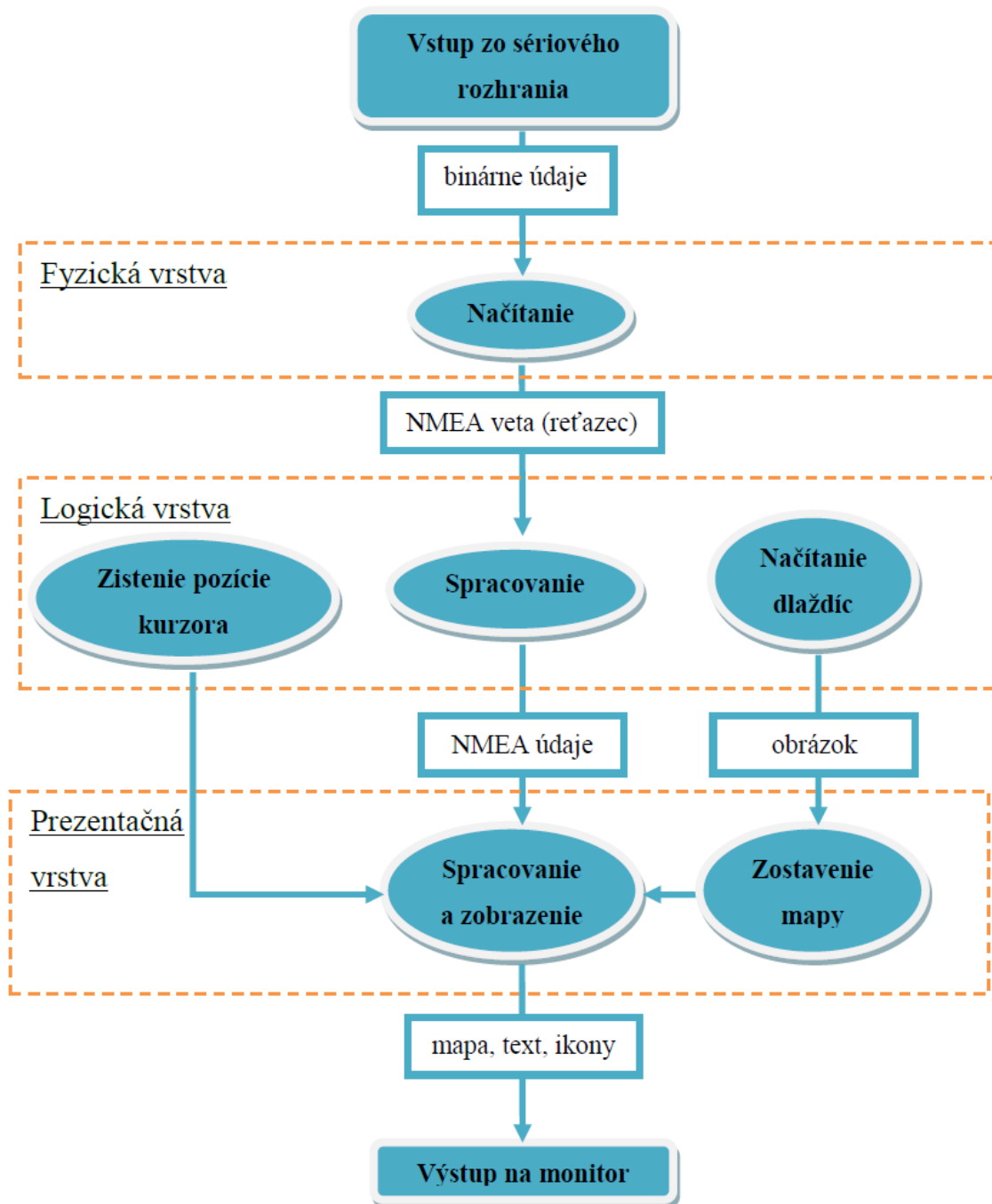
3.3 Implementácia

Ako implementačný prostriedok bol vybraný jazyk C# fungujúci pod platformou .NET Framework 3.5, ktorá zahŕňa viac programovacích jazykov okrem uvedeného ešte C++ a Visual Basic (VB). Výhodou je, že sa tieto jazyky líšia len syntaxou, síce VB a C# majú k sebe bližšie. C++ je najvýkonnejší spomedzi nich, ale na druhej strane má viac neprehľadnú syntax. Všetky majú niektoré údajové typy a knižnice spoločné. Jedná sa o jazyky zamerané na objektovo orientované programovanie, teda podporujú vytváranie tried, členských metód, vlastností (*properties*), udalostí (*events*), rozhrania, dedenie, polymorfizmus a pod.

Jazyk C# predstavuje programovací jazyk na vyššej úrovni, to znamená v prvom rade, že je obalený do viacerých vrstiev, čo znamená na jednej strane stratu na výkonnosti, lebo pri volaní programu sa musí prechádzať cez všetky vrstvy na druhej strane má zvýšenú prehľadnosť kódu, obsahuje sadu nástrojov a knižníc na prácu s rozhraniami, sériovým portom, reťazcami, súbormi rôznych formátov, napr. textových alebo XML a je v ňom možné použiť knižnice vytvorené v nižšom programovacom jazyku, navyše je spomedzi troch vyššie uvedených jazykov najjednoduchší na pochopenie. Silná stránka tohto jazyka je tvorba grafického rozhrania, ktoré koncový používateľ aplikácie najviac ocení.

Ako vývojové prostredie bude slúžiť Visual Studio 2008, ktoré priamo umožňuje prácu s týmto programovacím jazykom. Z dôvodu toho, že aplikácia má byť určená pre zariadenie používajúci operačný systém Windows CE 6.0 a je potrebné so zariadením nejakým spôsobom komunikovať a ladiť aplikácie priamo z vývojového prostredia predstavuje Visual Studio najlepšiu voľbu. Obsahuje totiž sadu užitočných nástrojov pre tento účel ako editor vzdialených registrov, editor vzdialených súborov, emulátor zariadení a po nainštalovaní vývojového balíka (SDK – *Software Development Kit*) pre dané zariadenie je prostredie pripravené na prácu s ním. Balík obsahuje knižnice API (*Application Programming Interface*)

a prostriedky na pripojenie k zariadeniu pomocou nástrojov vývojového prostredia na ladenie, vzdialený prístup k súborom, procesom a systémových registrov. Nemenej podstatná je dostupnosť pamäťových komponentov vo forme SD karty alebo USB kľúča. Kapacita karty, síce limitovaná do 2GB, stále poskytuje široké možnosti pre uloženie mapy.



Obr. 3.1 Diagram toku údajov

Diagram toku údajov na obr. 3.1 znázorňuje proces spracovania GPS údajov od ich prijatia cez sériové rozhranie až po ich zobrazenia na mape. Tie najskôr prichádzajú v binárnej podobe, kde sa na fyzickej vrstve prijmu na sériovom rozhraní. V stave načítania sa údaje prevedú z binárnej podoby do formy textových reťazcov, ktoré majú formát surových NMEA viet. Tie sa pošlú na logickú vrstvu na spracovanie, čo znamená, že sa veta rozloží do slov a tie sa prípadne upravia do požadovanej podoby. Takto získané údaje o polohe z NMEA viet putujú ďalej na prezentačnú vrstvu, kde sa spracujú. Pri polohe sa zemepisná šírka a dĺžka prevedú na súradnice pixela na obrázku predstavujúceho mapu, kde sa zobrazia na dotykovom monitore vo forme mapy. Zistenie pozície kurzora je stav, kde sa poloha na mape neurčuje z GPS antény ale podľa pozície kurzora pri prehliadaní mapy v ručnom režime, kedy mapa nesleduje pozíciu automaticky, ale zvolí si ju používateľ, napríklad keď si želá zobrazíť vybranú oblasť. Na logickej vrstve sa v stave načítania dlaždíc tieto nahrajú buď priamo z Internetu alebo z dopredu pripraveného adresára vo forme obrázku. Načítané dlaždice na následne pospájajú podľa ich súradníc a úrovne priblíženia, aby vytvorili pohľad na vybranú časť mapy sveta.

3.3.1 Výber programovacích prostriedkov

Prostredie na vývoj aplikácii v jazyku C# obsahuje priamo knižnice a priestory mien (oblasti platnosti identifikátorov premenných) a triedy na komunikáciu so sériovým portom, na nadviazanie sieťového spojenia, kreslenie grafických prvkov, vytváraním a úpravou XML súborov, či prácu so znakovými reťazcami. Obsahuje tiež nástroj na tvorbu grafického používateľského rozhrania pomocou ktorého je používateľovi uľahčené rozmiestnenie ovládacích prvkov na okne aplikácie.

System.IO.Ports.SerialPort

Táto trieda predstavuje prostriedky na zaobchádzanie so sériovým rozhraním. Trieda poskytuje synchronný a udalosťami riadený (*event-driven*) vstupno-výstupný prístup k stavom pinov a prerušení a prístup k vlastnostiam ovládača sériového rozhrania. Obsahuje funkcie na otvorenie alebo zatvorenie portu, čítanie alebo zápis z, resp. do portu, nastavenie parametrov portu a spojenia ako rýchlosť prenosu, počet prenášaných bitom, paritu bitov a mnohé iné. Po vytvorení inštancie tejto triedy je možné nastaviť parametre sériového portu, otvoriť ho, čítať z neho údaje a zatvoriť. Využije sa pri prístupe k údajom prijímaných pomocou GPS antény pripojenej na sériové rozhranie zariadenia.

System.Net

Tento priestor mien poskytuje jednoduché programátorské rozhranie pre mnohé protokoly používané v súčasnosti v počítačových sieťach. Triedy *WebRequest* a *WebResponse* tvoria základ toho, čomu sa hovorí protokoly pripojenia - implementácia sieťových služieb, ktoré umožňujú vyvíjať aplikácie používajúce prostriedky Internetu bez nutnosti poznania špecifických detailov konkrétnych protokolov. *WebRequest* vytvára žiadosť na server, *WebResponse* poskytuje odpoveď zo servera.

System.Drawing

Tento priestor mien poskytuje prístup do základných grafických funkcionalít GDI+ grafického rozhrania. Obsahuje triedu *Graphics* poskytujúce metódy na kreslenie objektov na zobrazovacom zariadení. Triedy ako *Rectangle* alebo *Point* zahŕňajú v sebe primitíva GDI+ (napr. obdĺžnik, bod, čiara). Trieda *Pen* (pero) sa používa na kreslenie čiar a kriviek, pričom triedy odvodené od *Brush* (štetec) slúžia na výplň vnútra objektov. Predstavuje užitočný nástroj na kreslenie mapy, zobrazovanie aktuálnej polohy a POI na nej a tiež na zobrazovanie oznamovacích popisov POI.

System.String

Trieda *String* predstavuje reťazec znakov. Obsahuje metódy na prácu s nimi ako porovnávanie, rozdeľovanie do podreťazcov, zlučovanie reťazcov, kopírovanie reťazcov, vyhľadávanie podreťazca v reťazci, Formátovanie reťazcov, vkladanie znakov do reťazca, nahradzovanie znakov v reťazci inými znakmi, vymazávanie znakov v reťazci, rozdeľovanie reťazca do poľa znakov alebo reťazcov a pod. V našom prípade bude užitočná pri vyberaní údajov o pozícii z NMEA viet.

System.XML

Trieda obsahuje funkcie na spracovávanie XML súboru ako jeho vytváranie, úpravu, ukladanie, prácu s uzlami a atribútmi, zápis a čítanie údajov do uzla. Konkrétne v tomto riešení sa využije na zápis a načítanie zaznamenaných bodov absolvovanej trasy. Pospájaním týchto bodov vznikne lomená čiara reprezentujúca danú trasu na mape.

3.3.2 Realizácia fyzickej vrstvy

Na tejto vrstve sa využívajú metódy štandardnej triedy *SerialPort* na prácu so sériovým rozhraním. Pri čítaní binárnych údajov sú tieto dostupné priamo vo forme znakových reťazcov, čo značne uľahčuje ich spracovanie na nasledujúcej vrstve. Táto vrstva vykonáva nasledujúce funkcie:

- ✓ čítanie údajov zo sériového portu
- ✓ získavanie údajov zo sieťového rozhrania
- ✓ čítanie a zápis údajov z, resp. do súboru
- ✓ vytváranie adresárov na ukladanie súborov

Trieda *GPSDevice* má za úlohu prácu s volaním metód triedy *SerialPort* a nastavenie parametrov sériovej komunikácie (údajové bity, stop bity, parita, meno, rýchlosť údajov). Po načítaní bajtov do reťazca metódou *ReadLine()*, predstavujúceho jednu NMEA vetu, je poslaný na spracovanie metódami triedy *NMEAParser*. Toto spracovanie sa uskutočňuje na nasledujúcej vrstve. Z rozhrania sa číta jedine vtedy, ak sú cez neho prijímané nejaké údaje. Táto trieda predstavuje akýsi obal triedy *SerialPort* a slúži na získavanie údajov, spracovanie údajov a podávanie informácií o stave sériového rozhrania, resp. GPS zariadenia (či sa podarilo spojiť s GPS anténou, zmena pozície alebo či je pozícia platná).

Práca so sieťovým pripojením spĺňa dve úlohy a to dosiahnuť pripojenie so serverom dlaždíc a, v prípade ak POI obsahuje webový odkaz, spojiť sa so stránkou Wikipédie obsahujúcou dodatočné informácie o ňom. Samotnou prácou so sieťovým rozhraním nie je potrebné sa osobitne zaoberať, všetko zabezpečia vstavané metódy názvoslovia *System.Net*. Vytváranie žiadostí a spracovanie odpovedí má na starosti nasledujúca vrstva.

Na prácu so súbormi a adresármi sa využívajú štandardné funkcie implementačného prostredia zhrnuté pod názvom *System.IO.File* alebo *System.IO.Directory*. V tomto riešení sú využívané funkcie na vytváranie, zápis a čítanie súboru pomocou údajového prúdu (*stream*), vytváranie adresárov alebo zistenie ich existencie. Celá mapa je rozdelená do dlaždíc a tie sú organizované do jednotlivých adresárov podľa polohy danej dlaždice na mape. Ak adresár pre príslušnú dlaždicu neexistuje, vytvorí sa. Nový súbor vznikne tiež pri uložení zaznamenanej trasy do súboru. Čítanie sa využíva pri zobrazení absolvovanej trasy, alebo pri získaní zoznamu POI zo súboru, kde sú uložené.

3.3.3 Realizácia logickej vrstvy

Táto vrstva ďalej spracováva údaje získané z GPS antény pomocou metód triedy *NMEAParser* na analyzovanie jednotlivých viet používajúc pritom operácie s reťazcami a prevodom reťazca na číslo. Tieto metódy volá spomínaná trieda *GPSDevice*. Trieda *NMEAParser*, ktorá rozoberá vety a poskytuje získané údaje na ďalšie spracovanie. Každá veta má svoj vlastný formát, preto sa analyzujú rozličným spôsobom. Trieda podporuje rozklad troch viet kvôli tomu, že pozíčné údaje je možné získať z RMC aj GGA vety, to je výhodné v prípade ak by jedna z nich nebola práve prístupná.

Údaje získané z vety pomocou sú poslané prezentačnej vrstve ako číselne, resp. textové údaje do tabuľky so štatistikami alebo na ovládací prvok na prezeranie mapy, kde sa zobrazia na nej v grafickej podobe. Jedná sa o pozíciu (zem. šírka, zem. výška a nadmorská výška), čas, rýchlosť, počet satelitov a rôzne typy DOP. Prevod z textových hodnôt (všetky údaje sú najskôr textové) na číselné sa uskutočňuje pomocou štandardných konverzných metód (*Parse*) pre celočíselné a reálne typy. Hodnota typu vzorky ostáva v textovej podobe. Ďalej sa dá zistiť, či došlo k zmene pozície alebo či je pozícia fixná. Údaje sa aktualizujú každou novou prijatou vetou a ich aktuálnosť sa overuje určitý čas po prijatí poslednej vety. Potom sú spracované na prezentačnej vrstve za účelom vykreslenia aktuálnej pozície na mape v podobe šípky, zobrazenie správnych dlaždíc, či pri kreslenej práve prechádzanej trasy alebo otvorení uloženej trasy v podobe kľukatej čiary.

Pri ručnom prezeraní mapy je potrebné získať pozíciu kurzora kvôli posunu mapy do novej polohy. Na to slúžia štandardné metódy pracujúce s udalosťami súvisiace s pohybom myši (kurzora), tzv. *MouseEvent* zahrňujúce napr. kliknutie myši (*MouseClicked*), posunutie myši (*MouseMove*) alebo uvoľnenie myši (*MouseUp*).

V prípade keď je nutné získať určitú dlaždicu vytvorí sa žiadosť pomocou *WebRequest* na server dlaždíc obsahujúcu súradnicu dlaždice, tá sa stiahne do príslušného adresára v podobe obrázka pomocou *WebResponse*. Volanie metód týchto dvoch štandardných knižníc zabezpečuje trieda *OSMTileDownloader*. V nej sa žiadosti o sťahovanie zaraďujú do fronty a postupne sa vybavujú. Táto činnosť prebieha v osobitnom vlákne, ktorého spustenie a ukončenie sa ovláda z grafického rozhrania. Ak nie je potrebné sťahovanie novej dlaždice, vlákno je pozastavené, aby šetrilo systémové prostriedky. Aká dlaždica má byť presne stiahnutá a zobrazená sa určí z údajov z prezentačnej vrstvy.

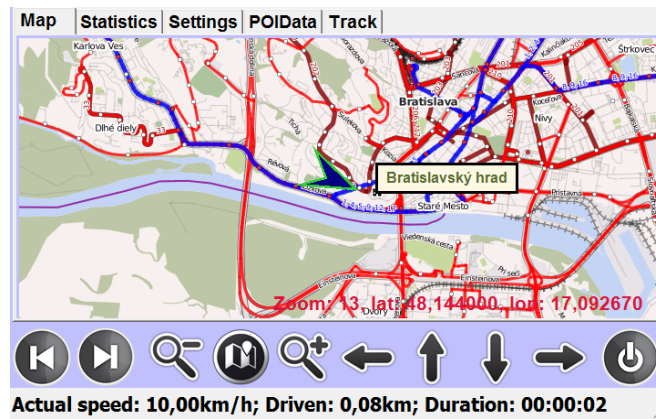
3.3.4 Realizácia prezentačnej vrstvy

Ako bolo spomenuté, táto vrstva má za úlohu poskytnúť používateľovi grafické rozhranie na ovládanie aplikácie a zobrazovanie výsledkov vo forme grafiky alebo textu. zistiť, ktoré dlaždice je potrebné stiahnuť. Vďaka výberu implementačného prostredia, ktoré už priamo obsahuje nástroje na výber a nastavovanie vlastností grafických prvkov je tvorba požívateľského rozhrania jednoduchá a intuitívna. Grafické prvky ako tlačidlá, zaškrtávacie polia, či textové polia sú zobrazované na okne hlavného formulára *MainForm*, čo predstavuje triedu odvodenú od triedy *System.Windows.Forms*. Výška textu a veľkosť tlačidiel boli zvolené tak, aby boli dobre viditeľné aj na dotykovom monitore s nižším rozlíšením. Veľkosť okna aplikácie je prispôbená rozlíšeniu dotykového monitora. Hlavné okno obsahuje ovládací prvok so záložkami, tzv. *TabControl*. Záložky v ňom sa cez seba navzájom prekrývajú. V jednom okamihu sa zobrazí vždy len aktuálna kliknutím na názov danej záložky. Takto je možné medzi záložkami listovať.

Aplikácia obsahuje nasledujúce záložky medzi ktorými sa dá listovať:

- ✓ záložka s mapou (*Map*)
- ✓ záložka so štatistikami (*Statistics*)
- ✓ záložka s nastaveniami (*Settings*)
- ✓ záložka s údajmi o zvolenom POI (*POIData*)
- ✓ záložka s ovládacími prvkami na prácu s trasou (*Track*)

Pod nástrojom na listovanie medzi záložkami sa nachádza pole s tlačidlami, s ktorým je možné listovať medzi oknami aplikácie, ukončiť aplikáciu a v prípade zobrazenia listu s mapou sa zobrazia tlačidlá na prezeranie mapy. Úplne v spodnej časti hlavného okna sa nachádza stavový riadok obsahujúci informácie o aktuálnej rýchlosti v km/h, počtu doteraz najazdených kilometrov a tiež časový údaj o trvaní cesty v tvare hh:mm:ss. Okrem toho sa tu vykonávajú dodatočné výpočty s údajmi získanými z nižšej vrstvy. Napr. zistená aktuálna pozícia sa využije na vykreslenie šípky udávajúce miesto, kde sa používateľ aplikácie práve nachádza, pridaní bodu do trasy počas pohybu, či zistiť na ktoré dlaždice sa majú použiť pri tvorbe náhľadu mapy. Ďalšie okno s upozornením so žiadosťou prestávku sa zobrazí v osobitnom formulári v okamihu, kedy je čas na prestávku po dlhej jazde pričom okrem vizuálnej signalizácie tvorenou výstražnou značkou sa spustí aj zvuková siréna. Okno sa zobrazí v určitých časových intervaloch od začiatku cesty.



Obr. 3.2 Okno programu s vybranou záložkou *Map*

Na obr. 3.2 sa nachádza záložka s mapou. Záložka umožňuje zobrazit' ovládací prvok na prezeranie mapy, ktorého metódy a vlastnosti obsahuje trieda *OSMTileMap* odvodená od triedy *Control*. Pri jeho vytvorení a umiestnení do záložky sa prvok rozťahne na určitú plochu podľa toho, aký má byť veľký. Aktuálny rozmer sa zistí z vlastností *Width* a *Height* ovládacieho prvku. Keby sme rozložili celý povrch Zeme do roviny a rozsekali ho na štvorčeky o rozmeroch 256x256 pixeloch dostali by sme mapu zloženú z dlaždíc pri danej úrovni približenia. Rozmery ovládacieho prvku udávajú rozmery výrezu mapy, pohľadu na túto mapu. Na samotný výrez treba rôzny počet dlaždíc, nie všetky sú zobrazené celé. Tie sa vyberajú podľa jeho polohy na mape, preto je nutné vypočítať, koľko dlaždíc môže byť maximálne zobrazených naraz v riadku a v stĺpci, resp. koľko dlaždíc treba použiť na vytvorenie vybraného mapového zobrazenia. To sa zisťuje z rozmeru ovládacieho prvku známeho od jeho umiestnenia a rozmeru dlaždice. Celý tento prvok predstavuje tzv. plátno (*canvas*) zložený z obrázkov predstavujúcich dlaždicu mapy. Vykresľovanie obrázkov vykonáva metóda *OnPaint()* triedy *System.Graphics*. Túto metódu volá vlákno pracujúce na pozadí v prípade ak prichádza k zmene polohy, takto sa mapa prekreslí, inak je vlákno neaktívne. Vlákno existuje počas celej doby, kedy je aplikácia otvorená a ukončuje sa spolu s ňou. Poloha sa zisťuje z dvoch zdrojov, klasického z GPS polohy získanej z triedy *GPSDevice* alebo z pozície kurzora pri ručnom prehlíadaní mapy. Poloha je vždy v strede plátna a mapa sa na ňu centruje. Súradnice dlaždice pos_x a pos_y získame pomocou vzorca (2), kde lat je zem. šírka a lon zem. dĺžka bodu v $^\circ$, ktorý daná dlaždica obsahuje, $zoom$ je úroveň približenia. Hodnota 2^{zoom} udáva z koľkých dlaždíc je zložená mapa sveta pri zvolenej úrovni približenia. Pričom je nutné získať aj okolité dlaždice tej, v ktorej sa nachádza aktuálna poloha, aby bol náhľad úplný. Tento spôsob získania súradníc sa používa na vytvorenie

takéhoto plátna, pričom dlaždice sú obyčajne uložené v databáze¹². Keď už poznáme dvojrozmerné súradnice dlaždice musíme zistiť, či je dlaždica už uložená v lokálnom adresári. Dlaždice sú organizované do priečinkov podľa úrovne priblíženie, každý tento priečinok má svoj podpriečinok nazvaný podľa vypočítanej pozície pos_x a v ňom sú uložené samotné dlaždice s názvom podľa hodnoty pos_y . Takto je už jednoduché určiť presnú pozíciu danej dlaždice.

$$pos_y = \frac{lon + 180}{360} \cdot 2^{zoom} \tag{2}$$

$$pos_x = \frac{1}{2} - \frac{\ln \left(\operatorname{tg} \left(\frac{lat \cdot \pi}{180} \right) + \frac{1}{\cos \left(\frac{lat \cdot \pi}{180} \right)} \right)}{2 \cdot \pi} \cdot 2^{zoom}$$

Ak je dlaždica prítomná, jednoducho sa vykreslí spolu so susednými, ktorých nejaká časť patrí do náhľadu. V opačnom prípade sa pripraví žiadosť na server dlaždíc o dlaždicu. Žiadosť má podobu webového odkazu v tvare: `http://server_dlaždíc/zoom/pos_x/pos_y.png`, ktorá sa vyšle na server pomocou metódy `Create()` triedy `WebRequest`. Spracovanie odpovedi servera vykonajú metódy triedy `WebResponse` `GetResponse()` a `GetResponseStream()`. Prvá získa samotnú odpoveď a druhá z nej obrázok dlaždice v podobe binárnych údajov. Tie sa následne uložia do príslušného súboru v danom priečinku. Ak priečinok neexistuje, vytvorí sa. Ako bolo spomenuté, trieda `OSMTileDownloader` v sebe zahŕňa túto funkcionality. Jej metóda na získanie dlaždice `Download()` je volaná priamo z ovládacieho prvku mapy, lebo z neho sa hneď získa aktuálna poloha potrebná na sťahovanie dlaždíc. Pri jej prvom volaní sa spustí vlákno na sťahovanie dlaždíc. To je pozastavené, ak nenastane prezeranie novej oblasti na mape. V prípade, ak sieť nie je dostupná alebo je sťahovanie dlaždíc vypnuté, čo tiež spôsobí pozastavenie vlákna, zobrazí sa namiesto dlaždice prázdna oblasť.

V ovládacom prvku sa uchováva pozícia stredu mapy vyjadrená v súradniciach pixelu $[x,y]$. Je získaná buď z GPS pozície alebo z kurzora pri ručnom režime. V oboch prípadoch sa poloha pixelov získa pomocou Mercatorovej projekcie danej vzťahom (3).

¹² http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Slippy_map_tilenames

$$x = lon \cdot \frac{20037508,34}{180}$$

$$y = \frac{\ln\left(\tan\left(\frac{\pi}{360} \cdot (lat + 90)\right)\right)}{\frac{\pi}{180}} \cdot \frac{20037508,34}{180} \quad (3)$$

Pri ručnom prezeraní mapy je potrebné vypočítať pozíciu koncového bodu posunu oproti pozícii stredu mapy. Súradnice tohto bodu je potrebné prepočítať na zemepisné súradnice spätnou Mercatorovou projekciou podľa vzťahu (4). Najprv však treba zohľadniť, že jeden pixel predstavuje pri rôznych úrovni priblíženia, rôznu hodnotu vzdialenosti v reálnych metrických jednotkách¹³. Táto hodnota sa vynásobí vzdialenosťou od starej pozície stredu v pixeloch a po vykonaní projekcie sa nastaví nová pozícia stredu mapy. Po opustení ručného režimu sa nastaví automaticky na GPS pozíciu. Tento typ Mercatorovej projekcie je vo sférickom tvare, teda považuje Zem za dokonalú guľu, nie elipsoid ako v skutočnosti, kvôli jednoduchšiemu vykonaniu projekcie.¹⁴

$$lon = x \cdot \frac{180}{20037508,34}$$

$$lat = \frac{180}{\pi} \cdot 2 \cdot \left(\arctan\left(e^{\frac{y}{20037508,34}} \right) - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4)$$

Ovládací prvok *OSMTileMap* ďalej volá triedy na prácu s POI a trasou. Zoznam POI sa vytvorí v triede *OSMPOI* pri spustení aplikácie. V nej sa analyzuje súbor, kde sú body definované. Položka zoznamu je typu, ktorý predstavuje štruktúru uchovávajúcu meno POI, jeho poloha na mape, kategória, atribúty ako cesta k ikone a ak ho POI obsahuje, tak aj odkaz na webovú stránku a či sa POI nachádza v oznamovacej oblasti. POI sú definované v špeciálnom XML súbore, každý element predstavuje určitý POI. V jeho atribútoch sa nachádzajú zem. súradnice daného bodu a jeho telo ešte obsahuje jemu podriadené elementy predstavujúce značky (*tags*), ktoré vo svojich atribútoch uvádzajú dodatočné informácie ako meno, typ alebo odkaz na stránku Wikipédie. Na vytvorenie zoznamu je potrebné identifikovať začiatok, stred a koniec nadradeného elementu. Zo začiatku sa určí poloha,

¹³ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa940990.aspx>

¹⁴ <http://alastaira.wordpress.com/2011/01/23/the-google-maps-bing-maps-spherical-mercator-projection/>

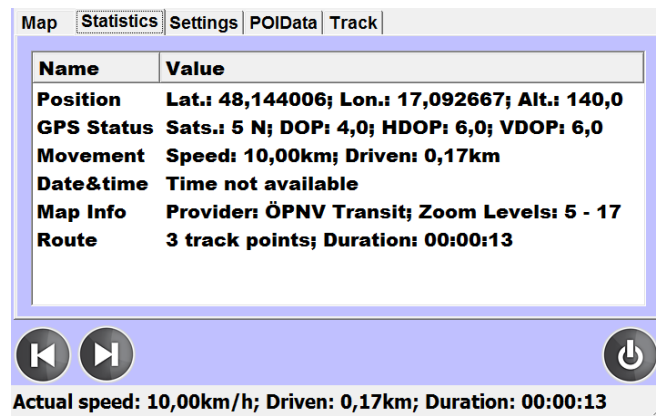
v strede sú definované podradené elementy spolu s ich atribútmi a každý element je ukončení ukončovacou značkou. Potom sa určí, ktorý atribút obsahuje meno, odkaz alebo typ. Podľa posledného sa ešte zistí cesta k ikone pre daný typ. Týmito údajmi sa naplní položka zoznamu s POI. Obdobe sa postupuje pri ďalšom elemente, kým sa celý súbor neprečíta. Metóda *drawOSMLayer()* slúži na vykreslenie ikon bodov záujmu na mapu. Poloha ikony sa určí zo vzťahu (2). Ďalej trieda obsahuje metódu *getPOIData()* na získanie informácií o vybranom POI zo zoznamu, tá sa volá po kliknutí na ikonu daného POI, ten sa identifikuje podľa polohy kurzora pri kliknutí naň a metódu *notifyNearbyPOIs()*, ktorá oznámi prítomnosť POI vo zvolenom dosahu od aktuálnej GPS pozície zobrazením popisného poľa na mape. Dosah sa zistí zo vzťahu (5) na výpočet vzdialenosti v km medzi dvoma bodmi na povrchu gule so súradnicami $[lon_1, lat_1]$ a $[lon_2, lat_2]$ ¹⁵.

$$a = \sin^2\left(\frac{\pi}{360} \cdot (lat_2 - lat_1)\right) + \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot lat_1\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot lat_2\right) + \sin^2\left(\frac{\pi}{360} \cdot (lon_2 - lon_1)\right)$$

$$dist_{km} = 2 \cdot 6376,5 \cdot \arcsin(\sqrt{a})$$
(5)

Abstraktná trieda *Track* obsahuje všeobecné metódy na prácu s trasou ako pridanie nového bodu do trasy, zistenie počtu bodov, zistenie dĺžky trasy a uloženie trasy. Z nej sa odvádza trieda *LoggingTrack* s práve zaznamenávanou trasou a *LoggedTrack* s uloženou trasou. V jej konštruktore sa vybraná trasa načíta z GPX súboru a uloží do zoznamu. Zaznamenaná trasa je spájaný zoznam prechádzaných bodov. Do tohto zoznamu sa body pridávajú v stanovenom časovom intervale. Bod je typu *OSMTrackPoint* a obsahuje polohu, nadmorskú výšku a čas pridania do zoznamu. Tento zoznam implementuje rozhrania *ICollection* a *ICollection<T>* na manipuláciu s kolekciami údajov ako pridávanie, odstránenie a prechádzanie. Na prechádzanie zoznamom slúži enumerátor, ktorého trieda musí na to implementovať rozhranie *IEnumerator<X>*. Po skončení trasy sa body ukládajú do zvoleného GPX súboru v špeciálnom XML formáte. Každý bod predstavuje XML element obsahujúci vo svojich atribútoch údaje o bode trasy. V jednom okamihu sa zobrazuje jedna trasa, zo súboru alebo práve jazdená. Aj keď sa zobrazuje trasa zo súboru, tá aktuálna sa ďalej zaznamenáva, ak je táto možnosť aktívna. Na zistenie dĺžky trasy sa tiež používa vzťah (5).

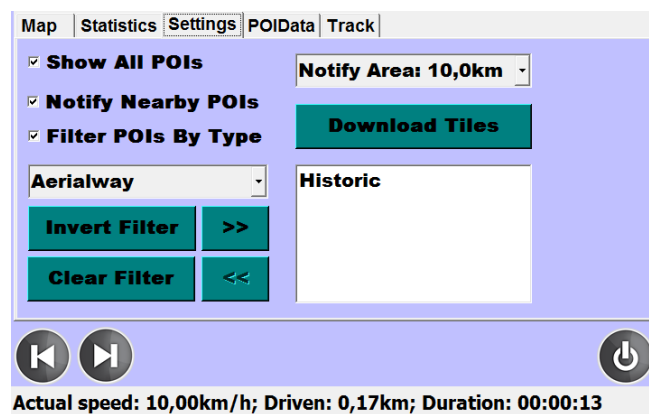
¹⁵ <http://mathforum.org/library/drmath/view/51879.html>



Obr. 3.3 Okno programu s vybranou záložkou *Statistics*

Obr. 3.3 predstavuje záložku so štatistikami zobrazenými v tabuľke pomocou nástroja *ListView*. Tabuľka obsahuje dva stĺpce s názvom veličiny a jej hodnoty. Hodnoty získané z GPS údajov, nastavení mapy alebo výpočtov parametrov trasy, sú nasledovné:

- ✓ Pozícia (*Position*) - zem. dĺžka, zem. šírka a nadmorská výška
- ✓ Stav GPS (*GPS Status*) - počet satelitov, fix pozície, hodnoty typov DOP
- ✓ Pohyb (*Movement*) - rýchlosť v km/h a počet najazdených km
- ✓ Dátum a čas (*Date&time*) - aktuálny dátum a čas zistený z GPS
- ✓ Informácie o mape (*Map Info*) - názov servera dlaždíc a *zoom* rozsah
- ✓ Cesta (*Route*) - počet bodov cesty a jej trvanie v časových jednotkách



Obr. 3.4 Okno programu s vybranou záložkou *Settings*

Možnosti nastavenia aplikácie znázorňuje obr. 3.4 zahrňujúce zobrazenie POI, filtrovanie POI a oznamovanie o prítomnosti POI v dosahu nastavenej vzdialenosti. Povolenie zobrazovania, oznamovania a filtrovania POI zabezpečuje zaškrťavacie pole (*CheckBox*), keď

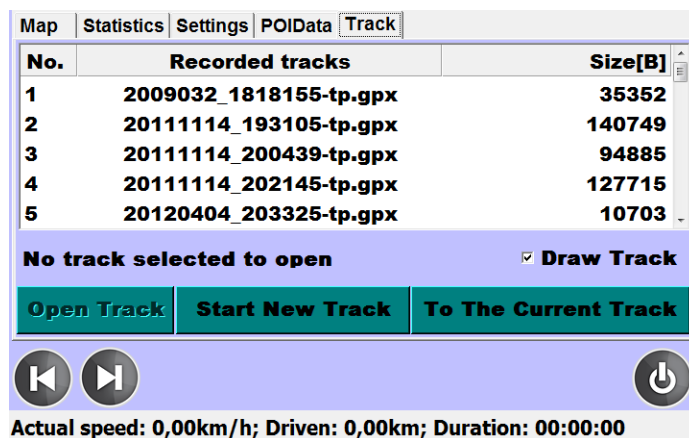
je políčko označené, tak daná vlastnosť je aktívna inak nie. Filter tvorí roztvárací zoznam (*ComboBox*), schránkový zoznam (*ListBox*), predstavujúci samotný filter a tlačidlá na ich ovládanie. Filtrovanie vlastne znamená, že sa budú zobrazovať len tie POI, ktorých kategórie sa nachádzajú vo filtri. Ovládací prvok *ComboBox* obsahuje zoznam dostupných kategórií POI. Pri filtrovaní vybranej kategórie sa položka z neho presunie do filtra stlačením >>. Keď filter obsahuje nejakú položku, pomocou tlačidla << je ju možné z neho odobrať, čím sa vráti naspäť do roztváracieho zoznamu. Aby sa zabránilo duplicitě, jedna položka môže byť len v jednom zozname. Vďaka zabudovaným metódam týchto zoznamov je možné položky obidvoch zoznamoch pridávať, odoberať, či zistiť počet. Tlačidlo *Invert Filter* vymení obsah medzi zoznamami tým, že obsah prvého uloží do pomocného poľa, obidva zoznamy vymaže, naplní druhý zoznam prvkami pomocného poľa a prvý zoznam naplní obsahom, ktorý sa nenachádza v pomocnom poli. Tlačidlo *Clear Filter* vymaže všetky položky zo schránkového zoznamu a naplní druhý zoznam menami kategórií. Mená kategórií sú uchovávané v poli reťazcov.



Obr. 3.5 Okno programu s vybranou záložkou *POIData*

Na záložke obsahujúcej údaje o POI (obr. 3.5) vidieť výsledok vrátený funkciou *getPOIData()*. V tomto prípade ukazuje okrem bežných údajov (meno, pozícia a typ) aj zoznam dostupných jazykových verzií odkazov na portál slobodnej encyklopédie Wikipédia. Pod ním na nachádza textový obsah stránky vo vybranom jazyku. Stránka je v tvare určenej na špeciálny export obsahujúca značky jazyka XML, ktoré sa odstránia pomocou operácií s reťazcami. Na vytvorenie odkazu stačí názov Wiki stránky a jazyk, napr. pre Bratislavský hrad bude vyzeráť nasledovne: http://en.wikipedia.org/wiki/Special:Export/Bratislava_Castle. Volanie webových žiadostí a získavanie odpovedí je rovnaké ako pri sťahovaní dlaždice. Len

tu je odpoveď v textovej podobe. Prepínanie medzi jazykovými verziami zabezpečuje *ComboBox*. Ten sa zobrazí iba ak sú odkazy prítomné. Záložka sa ukáže po kliknutí na POI.



Obr. 3.6 Okno programu s vybranou záložkou *Track*

Záložka na obr. 3.6 obsahuje ovládacie na prácu s trasou. Základ tvorí *ListView* s uloženými trasami pomocou ktorého sa vyberajú. Po vybratí trasy sa sprístupní tlačidlo *Open Track* po jeho stlačení sa vykreslí na mapu trasa zo súboru a vypočíta sa jej dĺžka. Tlačidlom vedľa sa uloží stará a začne nová trasa, ďalším sa prepne na aktuálnu trasu.



Obr. 3.7 Okno formulára s upozornením na prestávku v jazde

Varovné okno s alarmom (obr. 3.7) sa zobrazí každých 40min. oznamujúce čas na prestávku. Časovanie sa docieľi metódou *Tick()* triedy *Timer*. Ten je spustený na začiatku trasy. 40min. je odporúčaný čas podľa výrobcu pneumatík Michelin¹⁶.

¹⁶ <http://www.michelin.sk/pneumatiky-pre-osobne-vozidla/informacie-odporucania/sprievodca-vedenim-vozidla/vynimocne-jazdne-situacie>

3.4 Overenie riešenia

Najprv bolo potrebné odskúšať príjem NMEA viet, čo sa dosiahlo správnym nastavením sériovej komunikácie a zobrazením obsahu NMEA viet. Pričom sa zistilo, že na príjem správnej pozície je potrebný pohyb zariadenia BV-105 s testovanou aplikáciou kvôli jeho kalibrácii. Po získaní potrebných viet sa overovala presnosť zobrazenia pozície na mape zo zistených súradníc. Tieto súradnice sa poslali na preskúšanie služby Google Maps pričom sa overovalo, či bod daný súradnicami zobrazila služba na rovnakom mieste ako na mape tohto riešenia. Presnosť zobrazenia sa ešte dokázala tak, že sa nechal zobrazit' známy POI, napr. hrad Devín s udávanými súradnicami na stránke Wikipédie. Zisťovalo sa, či sa jeho ikona vykreslí na správnom mieste. Oba testy dopadli pozitívne. Testovanie sa uskutočnilo na počítači, kde bol príjem GPS nahradený simulátorom a v laboratóriu na reálnom zariadení. Overenie oznamovania prítomných POI vo zvolenej oblasti sa realizovalo nastavením začiatkovej pozície a krokov zem. šírky, resp. dĺžky v simulátore tak, aby sa prechádzalo cez želané POI v príslušnej vzdialenosti od nich. Testovali sa rôzne vzdialenosti. Keď bol POI v danom rozsahu, zobrazilo sa správne popisné pole a po opustení oblasti sa zas schovali. Po presnom kliknutí na POI sa spoľahlivo zobrazili údaje o ňom. Overilo sa aj filtrovanie, kedy sa zobrazili len tie POI, ktorých kategória bola vo filtri, ak bol povolený. Odskúšanie sťahovania správnych dlaždíc sa dialo na počítači aj na zariadení BV-105. V oboch prípadoch sa zobrazila správna dlaždica s aktuálnou polohou a aj jej susedné potrebné na vytvorenie úplného náhľadu. Sťahovanie bolo treba vyvolať zmenou úrovne priblíženia alebo pri prezeraní mapy. Prebiehalo dostatočne rýchlo, čo bolo vidieť pri vypĺňaní prázdnych oblastí. Ak spojenie počas sťahovania vypadlo, aplikácia na to upozornila. Trasa sa kreslila na mape spôsobom, že sa pridával do nej bod v stanovenom intervale, ktorý sa spojil čiarou so zvyškom trasy. Otvárali sa trasy z GPX súboru vytvorené touto aj inou aplikáciou. Po prepnutí trasy zo súboru na aktuálnu sa správne vykreslili aj tie body, ktoré boli pridané pred a počas prezerania tej uloženej. V oboch prípadoch sa trasa a jej dĺžka zobrazili správne. Na zariadení je SD karta najlepším spôsobom na uloženie dlaždíc, lebo, ako sa zistilo, je k nim najkratšia prístupová doba. Pre úplnosť by sa malo testovať aj vo vozidle počas jazdy, to by si však vyžadovalo zásah do konštrukcie interiéru automobilu kvôli rozvodom napájacích káblov a samotného zdroja napájacieho napätia a náročné by to bolo aj z časového hľadiska. Predpokladá sa, že výsledky by sa markantne nelíšili. Keďže by sa to týkalo najmä príjmu GPS signálu, ktorý bol už odskúšaný vyššie uvedeným spôsobom.

4 Zhodnotenie

V úvodnej a analytickej časti projektu som predstavil a analyzoval telematické aplikácie ako spojenie riešení z oblasti informatiky a telekomunikácií, navigačnú technológiu GPS a jej princíp, prvky, prenos signálu, štruktúra topológie, výpočet polohy, produkt MOD spolu s popisom zariadení, ktoré tvoria jeho architektúru. Nasledoval popis zobrazenia máp v rôznych formátoch na navigačných zariadeniach vo vozidlách i mobilných telefónoch. Ďalej som uskutočnil analýzu existujúcich riešení z oblasti automobilovej navigácie, ukázal som ako vyzerajú riešenia výrobcov vozidiel ako aj priamo výrobcov navigačných zariadení. Tiež som spomenul niektoré voľne dostupné riešenia, ktoré predstavovali rovnocennú alternatívu k tým komerčným. Potom som vlastnosti existujúcich programov zhrnul do tabuľky pre prehľadnejšie porovnanie. Z porovnania vyplynulo, že komerčný výrobcovia využívajú svoj vlastný hardvér a formát máp, zatiaľ čo voľne dostupné riešenia sú zamerané skôr na prenositeľnosť medzi rôznymi platformami a využívajú existujúci formát máp. Iné vlastnosti zistené v porovnaní boli zobrazovanie trasy na mape a práca s bodmi záujmu (POI), čo som bral ako rozhodujúce. Analyzované programy mi pomohli pri určení, ktoré vlastnosti GPS aplikácií realizovať, príp. vylepšiť. Tiež bol užitočný rozbor dostupných súborových formátov na uloženie koordinačných, navigačných, pozičných, a iných informácií. Po skúmaní vlastnosti zobrazenia mapy prišiel na rad podrobný prieskum zariadenia, na ktorom sa spúšťajú MOD služby. Z tohto prieskumu vzišla možnosť použitia dostupného sériového rozhrania na získanie GPS údajov a sieťového rozhrania na sťahovanie mapy, tiež som vzal do úvahy kapacitné možnosti zariadenia.

V druhej časti projektu zaoberajúcom sa opisom riešenia som špecifikoval požiadavky na môj program a vytvoril architektonický návrh. Jeho cieľom bolo stanoviť vlastnosti konečnej podoby aplikácie tak, aby bola v ďalšej fáze vývoja ľahko realizovateľná. Pre väčšiu prehľadnosť bol pri návrhu použitý vrstvomý model, ktorý rozdeľoval jednotlivé typy údajov a funkcie podľa toho, do akej úrovne zovšeobecnenia patria. Napr. rozhrania a bity boli zadelené do najnižšej, fyzickej vrstvy, zato zobrazenie hotovej poskladanej posuvnej mapy do najvyššej, prezentačnej. Medziľahlá logická vrstva zas vykonáva výber údajov z NMEA viet pre ich ďalšie spracovanie a zobrazenie na nasledujúcej vrstve. Vrstvy boli koncipované tak, aby dokázali medzi sebou komunikovať. Pomocou tohto návrhu som vytvoril prototyp so základnou funkcionalitou umožňujúci prijímať GPS údaje z antény a zobrazovať polohu získanú z nich na mape, ktorú som získal od voľne dostupného poskytovateľa dlaždíc tvoriacich mapu. Prototyp predstavoval dobrý základ na uvedenie môjho programu do konečnej verzie.

V tretej a konečnej časti sa mi podarilo podľa návrhu z minulého semestra vytvoriť pri POI osobitnú vrstvu, ktorá by sa nachádzala nad súčasnou mapovou a kde sa POI zobrazujú vo forme ikon. POI je možné kategorizovať podľa vopred zvolených kritérií, napr. kultúrnych, zábavných alebo turistických. Táto kategorizácia je realizovaná pomocou vstavaného filtra. Pridaná metóda na ich identifikáciu v blízkosti aktuálnej polohy pracuje na základe výpočtu vzdialenosti medzi dvoma bodmi na zemskom povrchu. Umožnil som, aby bolo možné túto vzdialenosť nastaviť. Aktuálna trasa sa na mape zobrazuje podľa predpokladov. Tu je tiež možné ukladať do súborového formátu GPX, aby sa dala neskôr prezeráť. Aplikácia zobrazuje v štatistikách všetky údaje o prejdenej trase, navštívených POI a konfigurácie mapy. Práca na vývoji aplikácie mi umožnila o. i. viac poznať zariadenie MOD a jeho možnosti z hľadiska kapacity na uloženie mapy, internetového pripojenia, spôsobu ovládania ako aj princíp prijatia GPS údajov vo forme NMEA viet. Pri porovnaní s predstavami z minulej fázy riešenia môžem s istotou povedať, že sa všetky podarilo úspešne uskutočniť.

Hlavným prínosom mojej práce je poskytnutie aplikačného riešenia pre tento typ zariadení, ktoré sa s výhodou využije v automobilovej premávke na zistenie aktuálnej polohy, zobrazením zaujímavých miest v okolí podľa ich kategórie, či zobrazením absolvovanej trasy. To všetko s využitím technológie GPS. V porovnaní s podobnými aplikáciami umožňuje pracovať s mapou v režime bez internetového pripojenia. Použitá mapa nie je navyše licenčne obmedzená a je na nej možné zobraziť potrebné údaje ako polohy, POI a trasu.

Počas vývoja aplikácie som sa stretol s viacerými podnetmi na jej vylepšenie, resp. pridanie ďalších vlastností. Napr. zobrazovanie údajov o POI z Wikipédie som už do aplikácie zakomponoval. Medzi možné rozšírenia môže patriť zvuková indikácia prítomnosti POI, podpora pre vreckové počítače, pridanie vlastného hlasového, či textového komentára alebo fotografie pre zvolený POI, zmeniť spôsob ukladania mapy na ten do jedného súboru, kde by sa okrem POI ukladali aj cesty, tak by bolo možné rozšíriť plánovanie o zvolenie začiatočného a konečného bodu cesty a vypočítať jej najkratšiu vzdialenosť.

Práca bola prezentovaná na študentskej vedeckej konferencii IIT.SRC 2012, kde bola prijatá ako príspevok v plnom rozsahu. Aj vďaka tomu som si mohol vypočítať prínosné názory, pripomienky a nápady na zlepšenie.

5 Technická dokumentácia

Táto kapitola sa zaoberá popisom implementácie aplikácie, systémovými požiadavkami, inštaláčnymi pokynmi a návodom na jej používanie.

5.1 Dokumentácia k implementácii

Na tomto mieste sú uvedené hlavné triedy a metódy, ktoré sú kľúčové na splnenie zadanej funkcionality. Aplikácia sa ovláda z hlavného formulára pomocou inštancie triedy *MainForm* odvodenej od triedy *Windows.Forms*, ktorý obsahuje grafické prvky na zadávanie príkazov aplikácií. V jeho konštruktore sa po spustení programu inicializujú grafické prvky a objekty dôležitých tried.

Nasledujúca trieda slúži na ukladanie informácií o danej pozícii ako súradnice, nadmorská výška, ale aj ostatné údaje z GPS ako čas, smerovanie, počet satelitov alebo rýchlosť. Všetky tieto parametre sú uvedené nižšie. Trieda obsahuje metódy na nastavenie pozície, času a má preťažené operátory kvôli porovnaniu dvoch rôznych pozícií.

```
public class GPS_POSITION : ICloneable
{
    public DateTime UTCTime; // svetovy cas
    public Double Latitude; // zemepisna sirka
    public Double Longitude; // zemepisna dlzka
    public float Speed; // rychlost
    public float Heading; // smerovanie v uhle natocenia
    public int AltitudeWRTSeaLevel; // nadmorska vyska
    public int FixType; // typ fixu
    public float DilutionOfPrecision; // DOP
    public float HorizontalDilutionOfPrecision; // HDOP
    public float VerticalDilutionOfPrecision; // VDOP
    public int SatelliteCount; // pocet satelitov

    // metoda na nastavenie suradnic pozicie
    public void Change(Double dblLatitude, Double dblLongitude)
    {
        this.Latitude = dblLatitude;
        this.Longitude = dblLongitude;
    }

    // metoda na nastavenie casu pozicie
    public void SetUTCTime(int year, int month, int day, int hour,
        int minute, int second) {
        UTCTime = new DateTime(year, month, day, hour, minute, second,
            DateTimeKind.Utc);
    }
}
```

Trieda *NMEAParser* poskytuje metódy na získanie údajov o pozícii z NMEA viet. Pozičné údaje pre triedu získa z viet typu GGA, GSA a RMC. Na to požíva funkcie na prácu s podreťazcami *Substring()* a prevod z reťazca na číslo sa vykonáva pomocou *Parse()*.

```
public class NMEAParser
{
    private bool rmcReceived = false; // bola prijata RMC veta alebo nie
    // toto je vlastna metoda na NMEA vetu, nemylit s Parse na prevod cisel!
    public bool Parse(string sentence, ref GPS_POSITION result)
    {
        // zisti ci je riadok NMEA veta, teda ci zacina na $GP
        if (IsValidSentence(ref sentence) == false)
            return false;

        // zistenie typu vety podla retazca, ktorym zacina
        switch(sentence.Substring(0, 6))
        {
            case "$GPRMC": // je to RMC veta
                return ParseRMC(ref sentence, ref result);
            case "$GPGGA": // je to GGA veta
                return ParseGGA(ref sentence, ref result);
            case "$GPGSA": // je to GSA veta
                return ParseGSA(ref sentence, ref result);
            default:
                return false;
        }
    }

    // metoda na zistenie pozicie z RMC vety, vrati true ak sa pozicia zistila
    private bool ParseRMC(ref string rmcString, ref GPS_POSITION result)
    { // rmcString je veta, result je vysledok zapisany do pozicie
        //nastavenim na true znamena, ze pozicia nebola zistená z GGA vety
        rmcReceived = true;
        // veta sa rozdeli na casti podla znaku ",",
        String[] part = SplitSentence(ref rmcString);

        // vyberie datum a cas, ak su dostupne
        if (part[1] != "" && part[9] != "")
            result.SetUTCTime(2000 + Int32.Parse(part[9].Substring(4, 2)),
                Int32.Parse(part[9].Substring(2, 2)),
                Int32.Parse(part[9].Substring(0, 2)),
                Int32.Parse(part[1].Substring(0, 2)),
                Int32.Parse(part[1].Substring(2, 2)),
                Int32.Parse(part[1].Substring(4, 2)));

        // zistenie GPS pozicie, ak sa overi, ze ju veta obsahuje
        if(part[3] != "" && part[4] != "" && part[5] != "" && part[6] != "")
            ParseGPSPosition(part[3], part[4], part[5], part[6], ref result);

        if (part[7] != "") // zistenie rychlosti z vety a prevod na cislo
            result.Speed = Single.Parse(part[7], usNumberFormat);

        if (part[8] != "") // zistenie smerovania z vety a prevod na cislo
            result Heading = Single.Parse(part[8], usNumberFormat);

        if (part[2] == "A") result.FixType = 1; //platne = FIX
        else result.FixType = 0; //neplatne = NOFIX
    }
    return true;
}
```

```

// metoda zisti poziciu z GGA vety, vrati true ak sa pozicia este nepozna
private bool ParseGGA(ref string ggaString, ref GPS_POSITION result)
{
    // veta sa rozdeli na casti podla znaku ","
    String[] part = SplitSentence(ref ggaString);

    if (part[7] != "") // zistenie poctu satelitov
        result.SatelliteCount = Int32.Parse(part[7]);

    if (part[9] != "" && part[10] == "M")
        result.AltitudeWRTSeaLevel = Convert.ToInt32(Double.Parse(part[9]));

    if (rmcReceived == false) // ak pozicia nebola zistena z RMC vety
    {
        // casti 2 az 5 su v tom istom formate ako pozicia v GGA
        if (part[2] != "" && part[3] != "" && part[4] != "" && part[5] != "")
            ParseGPSPosition(part[2], part[3], part[4], part[5], ref result);

        result.FixType = Int32.Parse(part[6]);
        return true;
    }
    else // pozicia sa uz zistila z prijatej RMC vety
        return false;
}
// funkcia na zistenie typu DOP z GSA vety
private bool ParseGSA(ref string gsaString, ref GPS_POSITION result)
{
    String[] part = SplitSentence(ref gsaString); //rozklad vety

    if (part[5] != "") // zistenie hodnoty DOP
        result.DilutionOfPrecision = Single.Parse(part[15]);

    if (part[6] != "") // zistenie hodnoty HDOP
        result.HorizontalDilutionOfPrecision = Single.Parse(part[16]);

    if (part[17] != "") // zistenie hodnoty VDOP
        result.VerticalDilutionOfPrecision = Single.Parse(part[17]);
}

// metoda na prevod zemepisnych suradnic do tvaru desatinnych stupnov
private void ParseGPSPosition(string latitudeString, string northSouth,
    string longitudeString, string eastWest, ref GPS_POSITION result)
{
    //prevod zem. sirky zo znaku na cislo v stupnoch
    Double degrees = Double.Parse(latitudeString);
    Double hours = Math.Floor(degrees / 100); // zistenie hodinovej casti
    Double minutes = degrees % 100; // zistenie minutovej casti
    result.Latitude = hours + minutes / 60; // prevod na desatinne stupne
    if (northSouth == "S") result.Latitude *= -1; // sever je +, juh je -

    //prevod zem. dlzky zo znaku na cislo v stupnoch
    degrees = Double.Parse(longitudeString);
    hours = Math.Floor(degrees / 100); // zistenie hodinovej casti
    minutes = degrees % 100; // zistenie minutovej casti
    result.Longitude = hours + minutes / 60; // prevod na des. stupne
    if (eastWest == "W") result.Longitude *= -1; // zapad je +, vychod -
}
}
}

```

Trieda *GPSDevice* zabezpečuje spojenie so sériovým rozhraním, čítaním údajov z neho, analyzovaním NMEA viet a zistením, či došlo k zmene pozície. Na pripojenie, resp. odpojenie GPS zariadenia slúžia metódy *Connect()* a *Disconnect()*. Tie otvoria, resp. zatvoria sériový port. Ten má nasledujúcu konfiguráciu: meno - COM3 (port s GPS anténou na zariadení), rýchlosť údajov - 57600, žiadna parita, jeden stop bit a 8 údajových bitom.

```
public class GPSDevice
{
    // instancia triedy NMEAParser na analyzu NMEA viet
    protected NMEAParser parser = null;

    //predchadzajúce hodnoty na zistenie, ci doslo k zmene pozicie
    protected bool prevFixState; // stav fixu
    protected double prevLongitude; // zem. dlzka
    protected double prevLatitude; // zem. sirka
    protected Single prevBearing; // smerovanie

    protected string commName; // nazov serioveho portu
    protected int baudRate; //prenosova rychlost

    // samotny seriovy port
    SerialPort serialPort1 = new SerialPort();
    // casovac na zistenie aktualnosti udajov
    public Timer DataTooOldTimer;
    // aktualna GPS pozicia
    protected GPS_POSITION gpsPosition = new GPS_POSITION();
    // typy fixu
    private static String[] FIX_TYPES =
        {"N", "F", "D", "F", "4", "5", "EST", "7", "8"};

    protected DateTime lastDataReceivedDate; // cas posledneho ziskania dat
    protected bool gpsConnected = false; // udava pripojitelnost zariadenia

    public GPSDevice(ref NMEAParser parser, string Name, int baudrate)
    {
        this.parser = parser;
        this.commName = Name;
        this.baudRate = baudrate;
    }

    // metoda na prijatie so seriovym portom
    public bool Connect()
    {
        if(commName == "" || baudRate == 0){
            // ak nie je seriovy port spravne nastaveny, nepripoji sa
            return false;
        }
        // tu sa overi, ci je port otvoreny, ak nie, tak sa uzavrie
        ...

        // nastavenie parametrov serioveho portu
        serialPort1 = new System.IO.Ports.SerialPort(commName, baudRate,
            Parity.None, 8, StopBits.One);
        // tu sa aplikacia pokusi port otvorit, ak sa to nepodari, metoda
        // vyhodi vynimku
        ...
    }
}
```

```

// metoda na odpojenie zariadenia / uzavretie serioveho portu
public void Disconnect()
{
    // tu sa snazi o uzavretie serioveho portu
    // a ukoncenie prijimania udajov
    // ak sa to nepodari, vyhodi sa vynimka
    ...
}

// metoda obsluhujuca udalost, kedy pridu udaje na seriový port
private void serialPort1_DataReceived(object s,
SerialDataReceivedEventArgs e){
    // priradi sa cas, kedy sa naposledy prijali udaje
    lastDataReceivedDate = DateTime.Now;

    // ak je seriový port otvoreny, mozu sa z neho citat udaje
    if (serialPort1.IsOpen)
    {
        // cita sa vtedy, ak su na porte prijate nejake bajty
        while(serialPort1.BytesToRead != 0)
        {
            //ulozenie udajov citanych po riadku do retazca
            String strdata = serialPort1.ReadLine();
            // spracovanie prijatych udajov
            ReceivedData(strdata);
        }
    }
}

} // pozn.: udalosti sa nastavuju v konstruktore triedy cez delegaty

// metoda na spracovanie prijatych udajov vo forme jedneho riadka
protected void ReceivedData(String sentence)
{
    // priradi sa cas, kedy sa naposledy prijali udaje
    lastDataReceivedDate = DateTime.Now;

    // rozklad riadku predstavujuci NMEA vetu a kontrola, ci rozklad
    // prebehol v poriadku, udajmi z vety sa naplni aktualna pozicia
    if (parser.Parse(sentence, ref gpsPosition) == true)
    {
        if (gpsPosition.FixType > 0)
        {
            // tu sa kontroluje zmena fixu
            ...

            // kontrola zmeny pozicie a ak je nova, tak sa aktualizuje
            if (gpsPosition.Heading != prevBearing ||
gpsPosition.Latitude != prevLatitude ||
gpsPosition.Longitude != prevLongitude){
                prevLatitude = gpsPosition.Latitude;
                prevLongitude = gpsPosition.Longitude;
                prevBearing = gpsPosition.Heading;
            }
        }
        else{
            // ak nie je fix platny, tu sa oznaci za neplatny
            ...
        }
    }
}
}
...
}

```


Trieda *OSMTrackPoint* reprezentuje bod trasy. Ich pospájaním vznikne čiara predstavujúca samotnú dráhu. Body sa ukladajú do zoznamu každých 100ms počas pohybu.

```
public class OSMTrackPoint{
    public MAP_POSITION Position; // mapova pozicia bodu
    public int tilePosX; // x-ova suradnica dlazdice, na ktorej je bod
    public int tilePosY; // y-nova suradnica dlazdice
    public bool skipPaint = false; // preskocit kreslenie trasy
    // konstruktor triedy, nastavenie pozicie bodu
    public OSMTrackPoint(MAP_POSITION position){
        this.Position = position;
    }
    // metoda vrati zemepisnu dlzku bodu ako formatovany retazec
    public string getLongitudeString()
    {
        return Position.LonF.ToString("0.0000000", myCultureInfo);
    }
    // metoda vrati zemepisnu sirku bodu ako formatovany retazec
    public string getLatitudeString()
    {
        return Position.LatF.ToString("0.0000000", myCultureInfo);
    }
    // nastavenie pozicie dlazdice s bodom
    public void SetCache(int v1,int v2,bool v3){
        tilePosX = v1; // pozicia x
        tilePosY = v2; // pozicia y
        skipPaint = v3; // ak je bod prilis blizko, preskoci sa kreslenie
    }
} // pozn.: mapova pozicia je ako GPS, len tato obsahuje len suradnice
```

Úryvok z kódu konštruktora triedy *TrackLogged* na zobrazenie trasy z GPX súboru. Počítanie dĺžky aktuálnej trasy v triede *TrackLogging* je podobné. Rozdiel spočíva v jeho uskutočnení v prípade pridania nového bodu v stanovenom intervale.

```
...
// pozicie posledneho bodu trasy a noveho, este nezaraného bodu
double prevLat = 0, prevLon = 0, currLat, currLon;
bool firstRound = true; // ak sa nacita prvý bod, este sa dlzka nepocita
// prechadzanie XML elementami, ktore predstavuju body trasy
foreach (System.Xml.XmlElement xmlobj in nodes){
    // ziskanie suradnic bodu zo suboru
    currLat = Double.Parse(xmlobj.Attributes["lat"].InnerText);
    currLon = Double.Parse(xmlobj.Attributes["lon"].InnerText);
    loggedTrackPoints.Add(new OSMTrackPoint(new MAP_POSITION(currLat,
    currLon))); // pridanie bodu do trasy/ zoznamu loggedTrackPoints
    if (!firstRound) // ak nie je prvý bod, prirata sa k dlzke
        loggedTrackLength += //vzdialenost medzi novym a poslednym bodom
            OSMPOI.CalcDistance(prevLat, prevLon, currLat, currLon);
    else // inak sa ulozi pozicia startovneho bodu
        loggedTrackStartPosition = new MAP_POSITION(currLat,currLon);
    // ulozi sa pozicia posledneho bodu trasy
    prevLat = currLat;
    prevLon = currLon;
    firstRound = false;
}
...

```

Nižšie je uvedená metóda *CalcTileXY()* na vypočítanie pozície dlaždice podľa vzťahu (2) , metóda *CalcDistance()* , metódy na výpočet priamej a spätnej Mercatorovej projekcie podľa vzťahov (3) a (4) a tá, ktorá vypočíta vzťah medzi dvoma bodmi podľa vzťahu (5).

```
// vypocita poziciu [x,y] dlazdice na ktorej sa nachadza aktualna poloha
// myPos za danej urovne priblizenia zoom
private void CalcTileXY(MAP_POSITION myPos,int zoom,out int x, out int y )
{
    Double xf = (myPos.LonF + 180) / 360 * PowerOf2(zoom);
    Double yf = (1 - Math.Log(Math.Tan(myPos.LatF * Math.PI / 180) + 1 /
        Math.Cos(myPos.LatF * Math.PI / 180)) / Math.PI) /
        2 * PowerOf2(zoom);
    // vypocitane suradnice sa zaokruhlia smerom dole
    x = Convert.ToInt32(Math.Floor(xf));
    y = Convert.ToInt32(Math.Floor(yf));
}

// vykona Mercatorovu projekciu bodu position, vrati jeho nove suradnice
public static PointD LatLon2Mercator(ref PointD position){
    PointD p = new PointD();
    p.x = position.x * 20037508.34 / 180;
    p.y = (Math.Log(Math.Tan((90 + position.y) * Math.PI / 360)) / (Math.PI /
    180)) * 20037508.34 / 180;
    return p;
}

// vykona spatnu Mercatorovu projekciu bodu position, vrati nove suradnice
public static PointD Mercator2LatLon(ref PointD position){
    PointD p = new PointD();
    p.x = (position.x / 20037508.34) * 180;
    p.y = 180 / Math.PI * (2 * Math.Atan(Math.Exp((position.y / 20037508.34) *
    Math.PI)) - Math.PI / 2);
    return p;
}

// pocita vzdialenost medzi dvoma bodmi [Lon1,Lat1] a [Lon2,Lat2] na
// povrchu gule
public static double CalcDistance(double Lat1, double Long1, double Lat2,
double Long2){
    double dDistance = Double.MinValue;
    // prevod suradnic zo stupnov na radiany
    double dLat1InRad = Lat1 * (Math.PI / 180.0);
    double dLong1InRad = Long1 * (Math.PI / 180.0);
    double dLat2InRad = Lat2 * (Math.PI / 180.0);
    double dLong2InRad = Long2 * (Math.PI / 180.0);

    // zistenie rozdielov suradnic po dlzka a po sirke
    double dLongitude = dLong2InRad - dLong1InRad;
    double dLatitude = dLat2InRad - dLat1InRad;

    // okamzity vysledok a
    double a = Math.Pow(Math.Sin(dLatitude / 2.0), 2.0) +
        Math.Cos(dLat1InRad) * Math.Cos(dLat2InRad) *
        Math.Pow(Math.Sin(dLongitude / 2.0), 2.0);

    // okamzity vysledok c (great circle distance in Radians).
    double c = 2.0 * Math.Asin(Math.Sqrt(a));
    // vratenie vzdialenosti v km
    return 6376.5 * c;
}
```

Nižšie je uvedená štruktúra *osmNode* predstavujúca záujmový bod a nesúca informácie o ňom. Pole tejto štruktúry predstavuje zoznam POI s názvom *NodeList*, jeho veľkosť sa dá určiť metódou *GetLength()* a tým sa ním ľahko prechádza pomocou cyklu *for*. Metóda *GetPOIData()* zistí podľa pozície kurzora, na ktorý POI používateľ klikol tým, že prehľadá celý zoznam a priróvná pozíciu POI prepočítanú na polohu pixela s pozíciou ikony.

```
public struct osmNode
{
    public string name; // názov POI
    public osmPos position; // pozícia POI v zem. súradniciach
    public string[] attributes; // atribúty POI, napr. wiki stránka
    public string iconFile; // cesta k ikone POI
    public bool notified; // indikuje, ci je POI vo zvolenom dosahu
    public string type; // typ, resp. kategória POI
}

// vrati udaje o POI vo forme retazca po kliknutí na ikonu POI
// pozícia kurzora pri kliknutí: [mouseX,mouseY]
public string getPOIData(int mouseX, int mouseY, int tileX, int tileY, int
    oldX, int oldY, int halfWidth, int halfHeight){

    if (NodeList != null){ // ak nie je zoznam prazdny, hlada sa dany POI
        for (int nodeIdx = 0; nodeIdx < NodeList.GetLength(0); nodeIdx++){
            // ak je nejaky POI filtrovany, preskoci sa
            if (!isInFilter(NodeList[nodeIdx].type) && EnableFilter)
                continue;
            // prepocet pozicie POI na mape na poziciu pixelov
            int x_pos, y_pos;
            getXYPosition(NodeList[nodeIdx].position,tileX,tileY,out x_pos,out y_pos);
            // vypocet, o kolko je dlazdice posunuta oproti okraju mapy
            int x = halfWidth + (x_pos - oldX);
            int y = halfHeight + (y_pos - oldY);
            // porovnanie, ci sa kurzor nachadza na ploche pokrytou ikonou
            // porovnavaneho POI
            if (Math.Abs(mouseX - x) < 10 && Math.Abs(mouseY - y) < 10){
            // ak sa POI nasiel, ziska sa jeho meno a atributy
                retVal = NodeList[nodeIdx].name;
                for (int attrIdx = 0;attrIdx<nodeList[nodeIdx].attributes.GetLength(0);
                    attrIdx++){
                    retVal += NodeList[nodeIdx].attributes[attrIdx];
                }
                return retVal; // vrati ziskanu hodnotu
            }
        }
    }
    return ""; // vrati prazdny retazec, ak sa POI nenasiel
}
```

Metóda *NotifyNearbyPOI* má podobné telo, len má ako parameter grafický objekt *g* (mapa), na ktorý sa zobrazí pole s popisom POI, ak je v blízkosti aktuálnej pozície *gpsPosition*. To sa zistí v hlavnom cykle *for* pre každý POI pomocou metódy *CalcDistance*.

```
// hlavicka metody na zistenie, ktore POI sa nachadzaju v oznamovacej zone
public void notifyNearbyPOIs(MAP_POSITION gpsPosition, ref Graphics g, int
    tileX, int tileY, int tileZoom, int tileImageWidth, int tileImageHeight);
```

5.2 Dokumentácia k používaniu

Systémové požiadavky:

- ✓ operačný systém MS Windows CE 6.0, aplikácia podporuje aj verziu XP a 7
- ✓ inštalovaný .NET Framework 3.5
- ✓ primárne určené pre zariadenia BV105 (FMS5709) a monitor BM171 (FMS5720), ktoré už všetky potrebné komponenty ako GPS anténa, SD karta a LAN port obsahujú
- ✓ v prípade použitia na bežnom počítači postačí aj starší model s min. 2GB pamäte s pripojenou myšou na ovládanie aplikácie
- ✓ internetové pripojenie (na samostatné sťahovanie dlaždíc)

Aplikáciu nie je potrebné inštalovať, stačí rozbaľiť komprimovaný súbor, v ktorom sa dodáva. Okrem samotného spustiteľného súboru *GPSGuide.exe* sa rozbalí aj priečinok s úložiskom s názvom *GPSGuide Storage Folder*. Jeho štruktúra je nasledovná:

- *GPSGuide Storage Folder* - hlavný adresár úložiska
 - ✓ *img* - obsahuje ikony pre zobrazenie POI na mape vo formáte PNG
 - *classic.big* - ikony vo veľkom prevedení
 - *classic.small* - ikony v malom prevedení
 - ✓ *osm* - obsahuje súbor, kde sú definované POI v formáte OSM XML
 - ✓ *sounds* - obsahuje zvukové súbory
 - ✓ *Tiles* - obsahuje dlaždice mapy zoradené do podadresárov
 - ✓ *Tracks* - obsahuje uložené trasy vo formáte GPX

Ak priečinok neexistuje, vytvorí sa, len sa namiesto ikon budú zobrazovať šedé štvorce a mapa nebude dostupná. Ak je internetové pripojenie prístupné, stiahne sa okamžite. V opačnom prípade ostáva zaobstarat' dlaždice z existujúceho umiestnenia. Pričom sa musí dodržať štruktúra uloženia pri správnom zobrazení mapy.

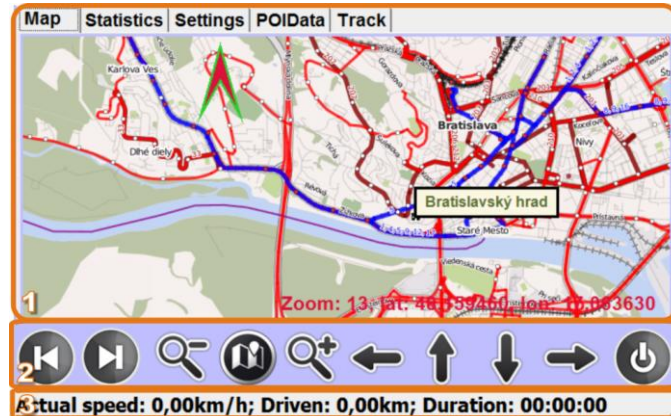
Na odskúšanie reakcie aplikácie na GPS signál odporúčam použiť tieto programy:

- ✓ Virtual Serial Port Emulator - vytvorenie virtuálneho sériového portu¹⁷
- ✓ Virtual GPS 1.40 - GPS simulátor, treba s ním prepojiť virtuálny port¹⁸

¹⁷ <http://www.eterlogic.com/Products.VSPE.html>

¹⁸ <http://www.zylsoft.com/vgps.htm>

Aplikácie sú voľne dostupné. Virtuálny port je potrebné nazvať COM3 a hodnotu *Baud rate* nastaviť na 57600, ako na zariadení. Pri spustení na zariadení je potrebné mať vloženú SD kartu, inak sa aplikácia ukončí pre nedostatok miesta na uloženie dlaždíc.



Obr. 5.1 Záložka mapy s oznámeným POI

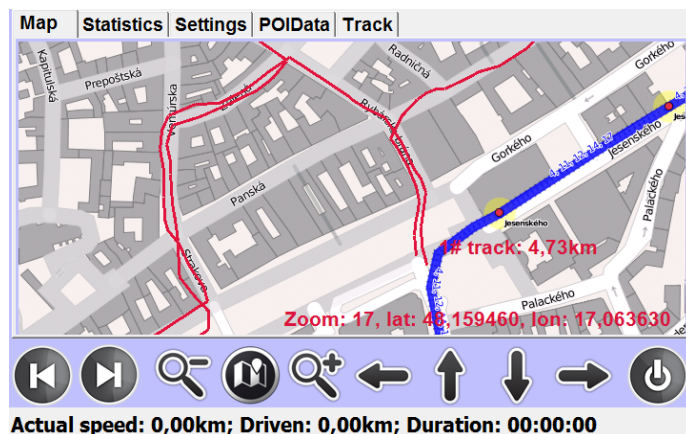
Obr. 5.1 zobrazuje okno aplikácie rozdelené na tri časti:

- 1) Zobrazovať záložiek aplikácie, aktuálne je vybraná tá s mapou
- 2) Tlačidlá na listovanie medzi záložkami, ovládanie mapy a ukončenie programu
- 3) Stavový riadok zobrazujúci aktuálnu rýchlosť v km, najazdené km a trvanie cesty

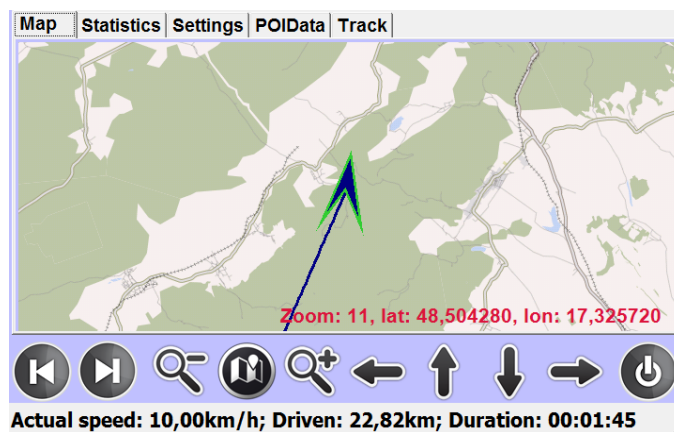
Obr. 5.1 tiež zobrazuje oznámenie POI, v tomto prípade Bratislavský hrad, formou vyskočenia popisného poľa. Záložka s mapou je automaticky vybraná po spustení aplikácie. Tlačidlá z časti 2 majú nasledujúci popis (číslovanie je zľava doprava):

- 1) Listovanie medzi záložkami dopredu
- 2) Listovanie medzi záložkami dozadu
- 3) Oddialenie mapy
- 4) Centrovanie mapy na aktuálnu GPS pozíciu
- 5) Priblíženie mapy
- 6) Pohyb po mape doľava
- 7) Pohyb po mape hore
- 8) Pohyb po mape dole
- 9) Pohyb po mape doprava
- 10) Ukončenie aplikácie

Časti 2 a 3 sa zobrazujú vždy pri nalistovaní ľubovoľnej záložky. Čas v časti 3 je udávaný vo formáte hh:mm:ss. Tlačidlá 3 až 9 sa zobrazia len keď je vybraná záložka s mapou. Mapu by bolo možné prezerat' dotykom, ale použitý typ monitora nie je dostatočne citlivý.

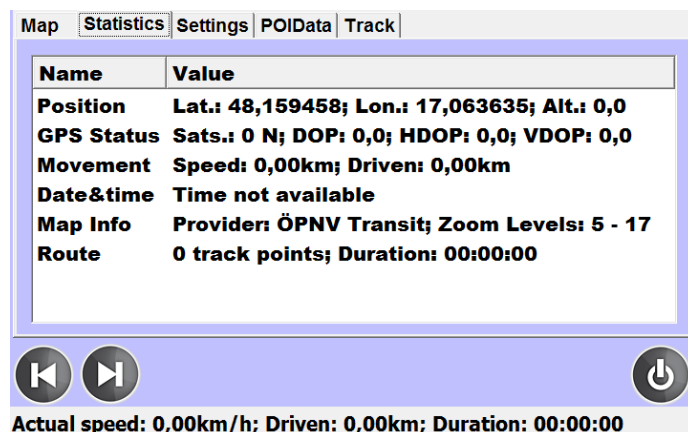


Obr. 5.2 Záložka mapy s vykreslenou trasou zo súboru



Obr. 5.3 Záložka mapy s vykreslenou aktuálnou trasou

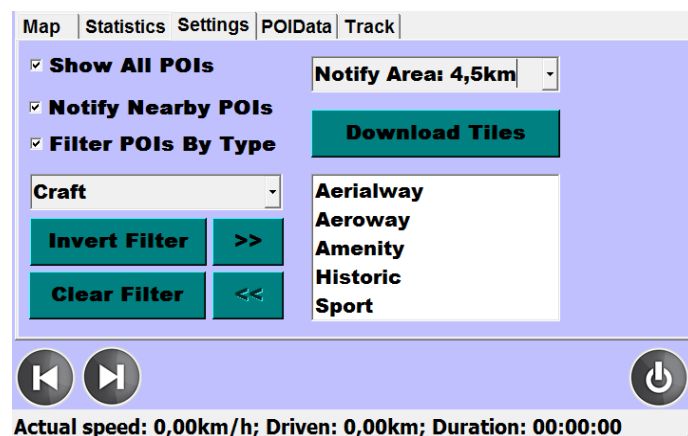
Aplikácia zobrazuje trasy z dvoch zdrojov a to zo súboru (obr. 5.2 červená farba) alebo aktuálnu (obr. 5.3 modrá farba), ktorá sa kreslí počas pohybu a zanecháva na mape stopu v podobe modrej čiary. Výber trasy zo súboru a záznam trasy budú popísané ďalej. Tak ako trasa, aj prezeranie mapy je v dvoch režimoch rozpoznaných podľa farby šípky udávajúcej aktuálnu pozíciu a to ručný (červená) a automatický (modrá) kedy sa mapa posúva podľa GPS pozície. Mapa zobrazuje v pravom dolnom rohu vybranú úroveň priblíženia a súradnice aktuálnej GPS pozície v desatinnom tvare. Šípka sa natáča podľa uhlu smerovania (*bearing*). Po otvorení trasy zo súboru sa mapa posunie na začiatkový bod trasy a pri ňom sa zobrazí číslo trasy a jej vypočítaná dĺžka v km.



Obr. 5.4 Záložka so štatistikami

Podľa obr. 5.4 sa zobrazujú nasledujúce aktuálne štatistické údaje na danej záložke v tvare meno (*name*) - hodnota (*value*):

- ✓ Pozícia (*Position*) - zem. dĺžka, zem. šírka a nadmorská výška
- ✓ Stav GPS (*GPS Status*) - počet satelitov, fix pozície, hodnoty typov DOP
- ✓ Pohyb (*Movement*) - rýchlosť v km/h a počet najazdených km
- ✓ Dátum a čas (*Date&time*) - aktuálny dátum a čas zistený z GPS
- ✓ Informácie o mape (*Map Info*) - názov servera dlaždíc a zoom rozsah
- ✓ Cesta (*Route*) - počet bodov cesty a jej trvanie v časových jednotkách

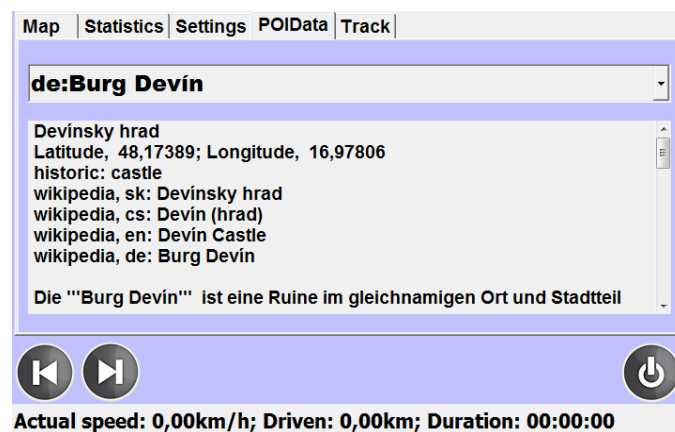


Obr. 5.5 Záložka s nastaveniami

Aplikácia umožní globálne vypnúť/zapnúť zaškrtnávacími políčkami zobrazenie POI (*Show All POIs*), ich oznamovanie (*Notify Nearby POIs*), či ich filtrovanie (*Filter POIs By Type*). Ak sú POI zobrazované, potom je ich možné oznamovať a filtrovať. Vzdialenosť od aktuálnej polohy, do ktorej majú byť zobrazené sa volí zo zoznamu *Notify Area: <area in*

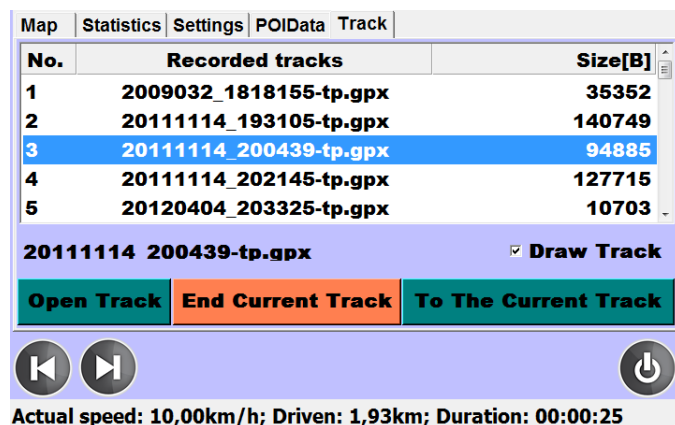
km> obsahujúci polomer oznamovacej oblasti. Pod ním je možné zapnúť/vypnúť sťahovanie dlaždíc. Pri filtrovaní sa vyberie kategória zo zoznamu vľavo, ktorý uchováva kategórie, ktoré vo filtri nie sú, pomocou >> do zoznamu vpravo, ktorý predstavuje samotný filter. Čo spadá pod kategóriu vo filtri, tak to sa zobrazí na mape. Aby sa zabránilo duplicitě, tak jedna položka môže byť len v jednom zozname. Z filtru sa položky odoberajú pomocou tlačidla <<. To je možné stlačiť len vtedy, ak je vybraná položka filtra. Na rýchlu a pohodlnú prácu slúžia tlačidlá *Invert Filter* a *Clear Filter*. Prvé vymení obsah medzi zoznamami a druhé vyprázdni filter. Príklad použitia: Ak chceme zobrazit' všetky POI, ktoré nie sú v kategórii *Historic*, najprv túto kategóriu umiestnime do filtra a potom stlačíme *Invert Filter*.

V prípade ak je oznamovacia oblasť (*notify area*) príliš veľká a presahuje zobrazenie mapy, tým pádom by sa POI oznamoval mimo zobrazenia mapy, tak sa nastaví vzdialenosť oznamovania na najbližšiu najväčšiu hodnotu zo zoznamu oblastí pri zmene hodnoty *zoom*. Pri zmene tejto hodnoty sa max. oblasť zobrazenia daná jej polomerom mení. Napr. pri *zoom=17* má hodnotu 0,5km a pri *zoom=13* je to 10km (max. možná). Predtým nastavená hodnota sa uchováva a zobrazenie mapy dostatočne obsiahne danú oblasť, tak sa tá automaticky nastaví ak sa v predošlom prípade nemohla. Ak *zoom < 13*, POI sa neoznamujú.



Obr. 5.6 Záložka s údajmi o POI

Po kliknutí na ikonu POI sa zobrazí záložka s údajmi o ňom (obr. 5.6). V prípade ak obsahuje odkaz na stránku Wikipédie, tak sa ešte vypíše jej obsah a zo zoznamu v hornej časti je možné vyberať medzi dostupnými jazykovými verziami. Tie sú vypísané za názvom POI, jeho polohou a kategóriou v podobe označenia príslušného jazyka (napr. *en* pre angličtinu) a ako sa v ňom nazýva vybraný POI. Ikony sa zobrazujú pri hodnote *zoom > 13*, aby neboli príliš blízko seba, pri hodnote *zoom > 15* sa zobrazujú ich zväčšené verzie.



Obr. 5.7 Záložka s nástrojmi na manipuláciu trasou

Posledná záložka (obr. 5.7) obsahuje nástroje na prácu s trasou. Pred samotnou prácou je potrebné povoliť kreslenie trasy aktivovaním políčka *Draw Track*. Trasa na vykreslenie sa vyberá zo zoznamu dostupných trás kde sa uvádza jej poradové číslo, meno a veľkosť. Po vybraní sa sprístupní tlačidlo *Open Track*. Po jeho stlačení sa automaticky otvorí záložka s mapou a nastaví sa pozícia na začiatok trasy.

Novú trasu je možné začať stlačením *Start New Track* po tomto úkone sa tlačidlo zmení na červené s popisom *End Current Track*, aplikácia sa spojí s GPS, začne sa zaznamenávať nová trasa a počítat' jej čas trvania. Pri opätovnom stlačení, teraz na *End Current Track*, sa farba tlačidla zmení na modrozelenú a jeho popis na *Start New Track*, GPS sa odpojí, nová trasa sa uloží a objaví sa v zozname medzi ostatnými.

Ak sme otvorili trasu počas zaznamenávania, objaví sa tlačidlo *To The Current Track*, ktorým sa prepne zobrazenie trasy z kreslenej na aktuálnu. Trasa sa zaznamenáva aj počas zobrazenia uloženej. V jednom okamihu je možné zobrazit' jednu trasu. Každých 40 minút sa zobrazí okno upozorňujúce vodiča, aby si dal prestávku pri dlhej jazde po trase (obr. 5.8).



Obr. 5.8 Okno s upozornením na príliš dlhú jazdu

6 Zoznam použitej literatúry

- [1] ALOI, N. DANIEL: A Methodology for the Evaluation of a GPS Receiver Performance in Telematics Applications, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL. 56, NO. 1, 2007, s. 14.
- [2] ELDOTO – Telematické aplikácie [online]. ELDOTO, 2008. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z : <http://www.eltodo.cz/produkty-a-sluzby/doprava-a-infrastruktura/telematicke-aplikacie.html>
- [3] EL-RABBANY, A.: Introduction to GPS: The Global Positioning System, Second Edition. Boston: Artech House Publishers, 2006. ISBN 1596930160, s. 194.
- [4] RAPANT, P.: Družicové polohové systémy, VŠB – TU Ostrava, 2002. ISBN 8024801248, s. 202.
- [5] MERVANT, L.: Základy GPS. In: scriptum - Fakulta stavební, Vydavatelství ČVUT, 1993, s. 92-120.
- [6] GPS navigácia v praxi [online] HIKING.SK, 2011. [cit. 7.5.2012] Dostupné z: http://hiking.sk/hk/ar/130/gps_navigacia_v_praxi.html
- [7] FUNTORO – Multimediálne systémy pre autobusy vlaky a lode [online]. FUNTORO, 2011. [cit 7.5.2012]. Dostupné z: <http://www.funtoro-europe.com/sk/>
- [8] Nová forma zábavy: Molpir Funtoro [online]: Zoznam.sk , 2010. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://autoviny.zoznam.sk/cl/100201/742494/Nova-forma-zabavy--Molpir-Funtoro>
- [9] FUNTORO Inc.: BV-105 Infotainment Box Specification Version: V0.1, 5F., No. 99, lide St., Jhonghe City Taipei Country, Taiwan(R.O.C), 2009, s. 12
- [10] Ovi mapy [online]. Navteq, 2010. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://maps.ovi.com/>
- [11] MobilMania.sk [online]. CPress Media, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.sk/clanky/ovi-maps-30-su-vylepsene-a-hlavne-zadarmo/sc-3-a-1122931/default.aspx>
- [12] Mapy Google [online]. Google, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://maps.google.com>
- [13] OpenStreetMap - voľná wiki mapa sveta [online] OpenStreetMap, team 2011 [cit. 7.5.2011] Dostupné z: <http://www.openstreetmap.org/>
- [14] OpenStreetMap Wiki [online] OpenStreetMap team, 2011 [cit. 7.5.2012] Dostupné z: <http://www.wiki.openstreetmap.org/>
- [15] Garmin Slovensko [online]. CyberSoft, 2011. [cit. 5.5.2011]. Dostupné z: <http://garmin.sk>
- [16] Sériá nüvi 1200/1300/1400 používateľská príručka [online]. Garmin, 2011 [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://www.garmin.sk/img.asp?attid=8934>
- [17] Garmin GPSmap60&76Cx/CSx používateľská príručka [online]. Garmin, 2011 [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://www.garmin.sk/img.asp?attid=3191>
- [18] BMW 300 nav používateľská príručka [online]. David Cecil, 2011 [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: http://www.e38.org/BMW-03_00-Nav-system-manual-en.pdf
- [19] Navit - Car navigation system [online]. NavitProject, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://maps.navit-project.org>

- [20] GPS navigation software for smartphones, PDAs and PCs [online]. GpsVp team, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://code.google.com/p/gpsvp/>
- [21] OSMTracker documentation [online]. OSMTracker team, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSMtracker/Docs#The_Map_tab
- [22] Waypoint Defined - Purpose of Waypoints [online]. About.com, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://gps.about.com/od/glossary/g/waypoint.htm>
- [23] Map Display formats [online]. DePriest, D., 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://www.gpsinformation.org/dale/mapdisplay.htm>
- [24] What is the difference between ROUTES and TRACKS in my GPS? [online]. Martindale, D., 2000. [cit. 10.12.2011]. Dostupné z: <http://gpsinformation.net/main/tracklog.htm>
- [25] Tiles - OpenStreetMap Wiki [online]. MediaWiki, 2011. [cit. 7.5.2012]. Dostupné z: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tile>

7 Obsah elektronického média

Súčasťou práce je tiež elektronické médium, CD-ROM, na ktorom je uložená táto práca v elektronickej podobe, zdrojové a spustiteľné súbory implementácie konečného riešenia.

Obsah priloženého elektronického média:

/obsah.txt - obsah elektronického média

/annotation.txt - anotácia v anglickom jazyku

/anotacia.txt - anotácia v slovenskom jazyku

/dokument/DP3_praca.doc - dokumentu k projektu (formát .doc - MS Word 2003)

/dokument/DP3_praca.pdf - dokumentu k projektu (formát .pdf - Adobe Reader)

/ GPSGuide /GPSGuide.exe - spustiteľný súbor pod OS Windows CE 6.0

/ GPSGuide /GPSGuide Storage Folder/*.* - priečinko na ukladanie údajov

/ GPSGuide /source/*.* - zdrojové súbory výsledného programu v jazyku C#