

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

NAVIGACE ZAMĚŘENÁ NA GEOCACHING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

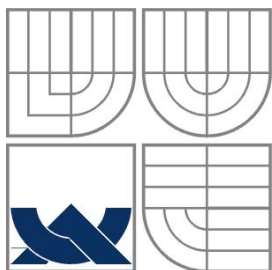
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

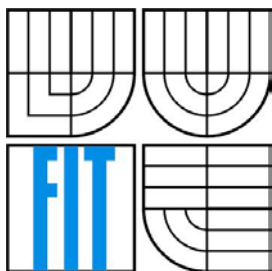
AUTHOR

PETR NOHEJL

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

NAVIGACE ZAMĚŘENÁ NA GEOCACHING

NAVIGATION FOCUSED ON GEOCACHING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR NOHEJL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. JIŘÍ KOUTNÝ

BRNO 2009

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a implementací aplikace pro navigaci zaměřenou na hru Geocaching. Program je určen pro mobilní zařízení se systémem Windows Mobile. Umožňuje uživatelům snadno a rychle číst informace o cache a pomocí GPS navigace je dovést ke skrýši. Teoretická část pojednává o problematice GPS navigace, pravidlech hry Geocaching a samotném popisu programu. Cílem praktické části je vytvořit tuto aplikaci a testovat ji v reálném nasazení.

Abstract

The thesis deals with design and implementation of application for navigation focused on game Geocaching. Program works on Windows Mobile platform. It allows users to read the information about cache fast and easily and via GPS navigation takes player to the cache. The theoretical section introduces GPS navigation issue, rules of Geocaching and description of application itself. The aim of the practical section is to create a program and test it in real environment.

Klíčová slova

navigace, Geocaching, GPS, NMEA, WGS84, GPX, PDA, Windows Mobile

Keywords

navigation, Geocaching, GPS, NMEA, WGS84, GPX, PDA, Windows Mobile

Citace

Nohejl Petr: Navigace zaměřená na Geocaching, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2009

Navigace zaměřená na Geocaching

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Koutného. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Petr Nohejl
20.5.2009

Poděkování

Děkuji vedoucímu této bakalářské práce, panu Ing. Jiřímu Koutnému, za odborné vedení a cenné rady. Dále chci poděkovat všem respondentům, kteří mi pomohli s testováním aplikace a vyplnili zadaný dotazník.

© Petr Nohejl, 2009

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

| | |
|-------------------------------------|----|
| Obsah..... | 1 |
| 1 Úvod..... | 3 |
| 1.1 Historie navigace | 3 |
| 2 Geocaching | 5 |
| 2.1 Cache | 6 |
| 2.2 Atributy cache..... | 7 |
| 2.2.1 Typ..... | 7 |
| 2.2.2 Velikost schránky | 8 |
| 2.2.3 Obtížnost..... | 9 |
| 2.2.4 Terén | 9 |
| 2.3 Trasovatelné předměty..... | 10 |
| 2.4 Oficiální stránky hry | 10 |
| 3 GPS | 11 |
| 3.1 Historie | 11 |
| 3.2 Struktura systému | 11 |
| 3.3 Princip..... | 13 |
| 3.4 Komunikační protokol NMEA | 15 |
| 3.5 Souřadné systémy..... | 16 |
| 4 Implementace aplikace..... | 18 |
| 4.1 Použité nástroje..... | 18 |
| 5 Popis aplikace | 20 |
| 5.1 Rozložení aplikace..... | 20 |
| 5.2 Struktura projektu | 21 |
| 5.3 GPS a navigace | 22 |
| 5.4 Databáze cache | 23 |
| 5.5 Mapa | 26 |
| 5.6 Nastavení aplikace | 28 |
| 6 Testování..... | 29 |
| 6.1 Dotazník..... | 29 |
| 6.1.1 Otázka č. 1 | 29 |
| 6.1.2 Otázka č. 2 | 30 |
| 6.1.3 Otázka č. 3 | 30 |
| 6.1.4 Otázka č. 4 | 30 |
| 6.1.5 Otázka č. 5 | 31 |

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 6.1.6 | Otázka č. 6 | 31 |
| 6.1.7 | Otázka č. 7 | 31 |
| 7 | Závěr | 32 |
| | Literatura | 33 |
| | Seznam příloh | 34 |

1 Úvod

Rychlý technologický vývoj a uvolnění systému GPS i do civilního sektoru způsobilo, že satelitní navigaci používá stále více lidí. Přijímač GPS je v dnešní době běžnou součástí mnoha mobilních zařízení, kapesních počítačů a mobilních telefonů. Obrovský rozmach a rozšíření této technologie dalo vzniknout stále více oblíbené turistické hře Geocaching.

Téma bakalářské práce je Navigace zaměřená na Geocaching. Vybral jsem si jej proto, že se zajímám o problematiku satelitní navigace, geografické informační systémy a sám jsem vášnivým hráčem hry Geocaching.

Cílem práce je navrhnout a implementovat počítačový program, který umožňuje navigování v terénu pomocí GPS, a navrhnout soubor funkcí usnadňující nalezení místa, kde se nachází tzv. cache.

Druhá kapitola nás seznámí s pravidly hry Geocaching a dozvíme se, co je cílem této hry. Třetí kapitola pojednává o navigačním systému GPS, komunikačním protokolu NMEA a souřadných systémech. Čtvrtá kapitola se zabývá samotným návrhem a implementací aplikace, pro jaké platformy je určena, v jakém prostředí je vyvíjena a jaké používá nástroje. Pátá kapitola popisuje funkce, vzhled a ovládání programu. Šestá kapitola se zabývá testováním aplikace v reálném nasazení a porovnáním přínosu nově navržených funkcí. Sedmá kapitola shrnuje dosažené výsledky a pojednává o možnostech rozšíření a vylepšení aplikace o další nadstandardní funkce.

1.1 Historie navigace

Tato kapitola pojednává o historii a vývoji navigace. Informace byly čerpány ze zdrojů: [1-3].

Navigace, metoda pro určení polohy na Zemi a nalezení vhodné cesty, je stará jako doprava sama. Využívali ji už starověké civilizace před několika tisíci lety při zahraničním obchodu, kdy bylo potřeba cestovat na větší vzdálenosti.

V námořní dopravě se zpočátku používaly primitivní přístroje a astronavigace. V 1. století n. l. v Číně byl vynalezen kompas, který se později ve 12. století dostal i do Evropy. Díky němu se lodě začaly vydávat i na delší vzdálenosti od pobřeží, na otevřené moře. Kompas patří vůbec mezi nejdůležitější navigační zařízení všech dob. Tvoří jej magnetická střílka, která se otáčí ve směru siločar magnetického pole Země. S pomocí kompasu nelze určit přesnou polohu, ale pouze směr pohybu. Nevýhodou je občasná nepřesnost vlivem magnetických anomálií či ovlivňování kompasu jiným kovem. V dnešní době se místo magnetického kompasu používají gyroskopické nebo elektronické kompasy.

Astronavigace využívala k orientaci Slunce a hvězdy. Polárka, nejjasnější hvězda ze souhvězdí Malého medvěda, je velmi blízko k severnímu nebeskému pólu, takže se využívala k určení severu.

Ve 2. století př. n. l. byl vynalezen astroláb, astronomický přístroj pro určování polohy hvězd a Slunce, určování místního času podle zeměpisné délky a triangulaci. Později v 18. století byl objeven sextant, přístroj pro měření úhlové vzdálenosti dvou těles a měření úhlu výšky nebeských těles nad horizontem. Sextant se využívá k určení přesné zeměpisné pozice podle polohy Slunce a hvězd při přesně známém času a směru měření. Byl často používán např. za druhé světové války v letectvu.

V pozemní dopravě se k orientaci využívaly význačné terénní body jako např. hory, jezera a řeky. Z počátku se využívalo navigace podle přírody (lišejníky, termity), nebo orientace podle stínu. Později se používala astronavigace. Další nezbytnou pomůckou pro orientaci na Zemi byly mapy, které si lidé zhotovovali už ve starověku. Tvorbou map se začali zabývat hlavně v italských, francouzských a holandských městech. České země byly jako první zobrazeny na jednom mapovém listě. Jednalo se o mapu Mikuláše Klaudiána z 16. století a zobrazovala i města a cesty. Kartografie se později rozšířila díky vynálezu knihtisku a zavedení triangulace.

Moderní navigaci můžeme rozdělit na pozemní, leteckou a námořní. Nejvíce propracovaná je letecká navigace, která prodělala bouřlivý rozvoj zejména po válce. Dříve využívala naváděcího radiového systému. V dnešní době používá vlastní naváděcí přístroje (kompasy, gyrokompasy, výškoměry, rychloměry, GPS). Letecká doprava je řízena počítači ze země. Letadla létají v tzv. letových hladinách a jsou sledovány a naváděny pomocí radarů. Námořní navigace z počátku používala k orientaci bóje a majáky. V dnešní době se lodě řídí radary, aby předešly srážce s jinou lodí nebo překážkou, a také používají systém GPS pro určení přesné polohy.



Obrázek 1.1: Astroláb a Sextant, zdroj: [3]

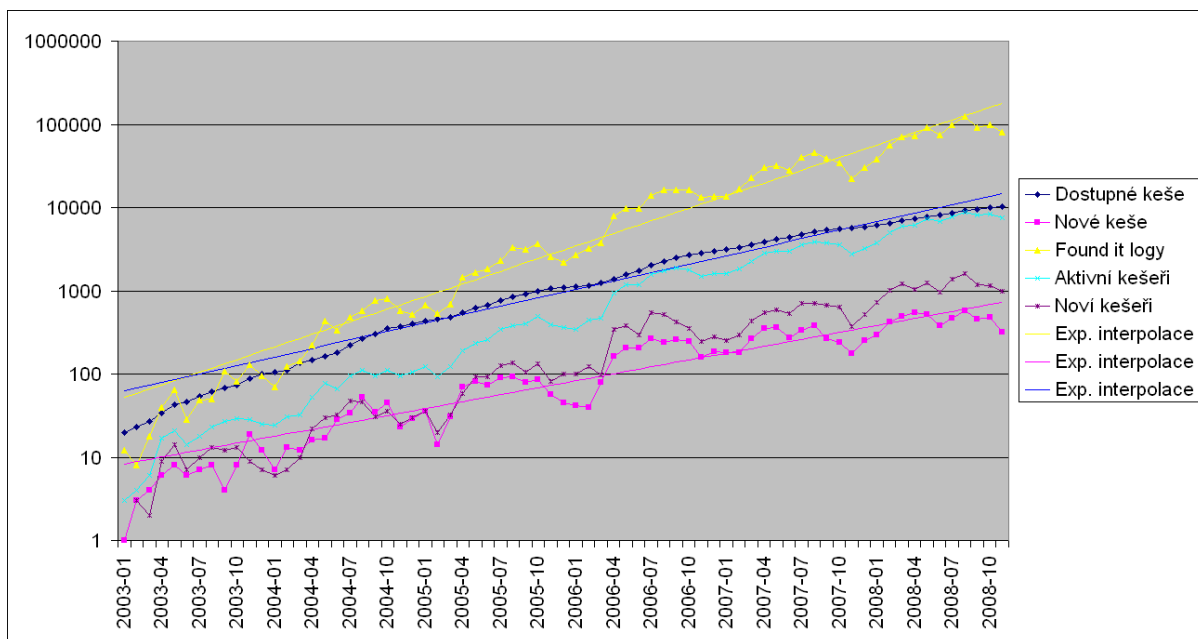
2 Geocaching

Geocaching je turistická, sportovní a navigační hra. Základním principem je hledání ukryté schránky, tzv. cache (v překladu skrýš), která je schována na neznámém místě. Hráč zná pouze geografické souřadnice a další základní informace, které jsou zveřejněny na internetu na oficiálních stránkách hry. Pro usnadnění hledání se používají navigační zařízení s přijímačem GPS signálu. Pokud hráč schránku nalezne, zapíše se do přiloženého sešitu, tzv. logbook, případně může vyměnit nějaký předmět, umístěný uvnitř cache. Poté vrátí schránku zpět na původní místo a svůj nález, případně neúspěch zapíše na oficiální www stránky.

Geocaching vznikl v květnu 2000 a spravuje ho firma Groundspeak Inc. Hlavním impulsem pro vznik této hry bylo rozhodnutí vlády USA odstranit uměle zaváděnou chybu do systému GPS. Tím se mnohonásobně zvýšila přesnost zaměření pozice. Toho využil jistý Dave Ulmer (zakladatel Geocachingu), který dostal zajímavý nápad, schoval do lesa v Oregonu krabičku s několika předměty a zveřejnil její geografické souřadnice na internetu. Kdo potom schránku našel, mohl si z ní vzít nějaký předmět, zanechal v ní něco svého a zapsal se do logbooku. Toto se lidem zalíbilo, a tak začaly vznikat další nové schránky. Do měsíce pak vznikly internetové stránky, kam hráči psali své zážitky a dojmy z hledání skrýší.

Hra se hraje téměř po celém světě, v České republice je velmi populární a poměrně rozšířená a nachází stále více příznivců. Počet ukrytých cache neustále přibývá se zvyšujícím se počtem hráčů, kteří tyto "poklady" sami ukrývají. V současné době je v České republice registrováno přes 11000 cache a na celém světě je jich rozmístěno více než půl milionu. První cache v České republice byla založena v červnu 2001 a dodnes je aktivní. Vývoj českého Geocachingu je znázorněn na obrázku 2.1. Pro zajímavost, vůbec největší počet nálezů má hráč z Kalifornie - přes 32000¹ za 6,5 roku. Nalezne v průměru 14 cache za den. Informace z této kapitoly a následujících podkapitol jsou čerpány ze zdrojů: [4-6].

¹ údaj je aktuální z dubna 2009



Obrázek 2.1: Vývoj Geocachingu na území ČR v letech 2003-2008, zdroj: GeoWiki [4]

2.1 Cache

Cache v anglickém jazyce znamená skrýš. Je to označení pro schránku, která je cílem hledání geocacherů, hráčů hry Geocaching. Většinou se jedná o nějakou krabičku. Cache jsou obvykle pokládány na zajímavá místa - kulturní památky, významná místa a budovy, pěkná místa v přírodě apod. Zkrátka tam, kde lze něco zajímavého vidět. Nachází se ve městech i v přírodě, můžou být i na těžko dostupných místech jako např. skály nebo pod vodou. Každá cache má své zadání, tzv. listing, který si lze přečíst na oficiálních stránkách hry (viz kapitola 2.4).

Schránka bývá většinou ukryta v nějaké nenápadné skrýši, aby ji nemohl nalézt náhodný kolemjdoucí a aby nebylo hledání příliš jednoduché. Může být ukryta např. v nějakém otvoru, uvnitř dutého stromu, nebo být připevněna na magnetu na nějakém vyšším, špatně dostupném místě. Vyzvednutí schránky je třeba provést nenápadně a nepozorovaně a poté stejně tak i cache vrátit nazpět na své původní místo.

Uvnitř cache se vždy nachází logbook. Jedná se o malý sešit nebo kousek papíru, do kterého nálezce zapíše své jméno, resp. přezdívkou, datum a čas nálezů a může připsat nějakou poznámku. Dále by měla být v každé cache psací potřeba, aby bylo možné zapsat svou návštěvu. Ve větších schránkách najdeme i různé předměty, většinou hračky, které lze vyměňovat. Toto uvítají většinou rodiny s dětmi. V cache se může občas vyskytnout i tzv. trasovatelný předmět (viz kapitola 2.3).

2.2 Atributy cache

Jednotlivé cache lze rozdělit podle několika kritérií či vlastností. V následujících kapitolách popíšeme čtyři základní a nejdůležitější atributy cache, kterými jsou: typ, velikost schránky, obtížnost a terén.

2.2.1 Typ

- Tradiční cache
- Multi cache
- Mystery cache
- Letterbox hybrid
- Whereigo cache
- Earthcache
- Project A.P.E. cache
- Event cache
- Mega-event cache
- Cache in trash out event
- GPS adventures maze exhibit event
- Virtuální cache
- Webcam cache
- Locationless cache

Tradiční cache je nejběžnějším typem a nachází se přímo na souřadnicích uvedených v listingu cache. Jedinou podmínkou pro uznání nálezu je zápis do logbooku. Dalším velmi častým typem je Multi cache. Ta se skládá z několika částí - mezizastávek, tzv. stage, takže hráč musí navštívit více míst. Na každém místě se dozví informace potřebné k nalezení následující stage, až se postupně dostane k finální skryši. Mystery nebo Unknown cache nemá udány souřadnice skryše. Ty se musí zjistit vyluštěním nějaké hádanky nebo šifry. Letterbox je typ, kde se většinou nepoužívají souřadnice, ale nějaká stopa (popis cesty). Povinnou součástí takovéto cache je razítko. Whereigo je interaktivní obdoba Multi cache, která však vyžaduje použití přenosného počítače, ve kterém přímo běží program s instrukcemi k dané cache. Earthcache se zakládá na geologicky zajímavých místech naší Země. Nehledá se žádná krabice, ale úkolem je zjistit informace o místě, případně splnit úkol. Cílem této cache je vzdělávat se. A.P.E. cache je speciální typ. Jedná se o reklamní projekt společnosti Fox Movies. Dalším typem je tzv. event. Je několik druhů a jedná se o setkání fanoušků hry Geocaching. Mega-event je setkání více než 500 hráčů. Cache in trash out je setkání za účelem vyčištění určitého území od odpadků. GPS adventures je událost pořádaná společností Groundspeak a má za úkol seznámit lidi s problematikou navigace a GPS technologie.

Dále ještě existují typy cache, které už však nelze nově zakládat. Jedná se o Virtuální cache, která je podobná Earthcache. Cílem je zjistit nějaké informace o daném místě. U Webcam cache je podmínkou pro uznání zaslání fotky z webkamery. K tomu je potřeba asistence druhé osoby, která nás na internetu vyfotí. Posledním typem je Locationless cache, která funguje přesně opačně než Tradiční cache. Úkolem je zjistit souřadnice určitého objektu.

2.2.2 Velikost schránky

- Micro
- Small
- Regular
- Large

Velikost schránky je jedním z nejdůležitějších parametrů cache. Microcache je nejmenší možná velikost. Nejčastější podobou je krabička od 35mm filmu. Většinou se v ní nenachází žádné předměty, pouze logbook a malá tužka. Tento rozměr se hojně vyskytuje v městských oblastech, aby byla cache dobře schovaná. Další rozměr je small. Do něj už se vejdou menší předměty. Objem je okolo 0,5 až 1 litru. Ideální velikost je potom regular. Často se vyskytuje v přírodě a objem je do několika litrů. Největší možná velikost je large. Jedná se o velké rozměry o objemu více litrů. Tento rozměr však není příliš rozšířen. Příkladem použití large schránky je kbelík, barel, kufr apod. Ukázku rozměrů schránek můžeme vidět na obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Ukázka rozměrů schránek pro cache, pro srovnání přiložena krabička zápalek a krabice mléka (1 litr), zdroj: GeoWiki [4]

2.2.3 Obtížnost

- Obtížnost 1 - velmi snadno identifikovatelné skryše
- Obtížnost 2 - Tradiční cache se standardním ukrytím a jednoduché Multi cache
- Obtížnost 3 - složitější cache vyžadující domácí přípravu nebo více přemýšlení
- Obtížnost 4 - časově náročné a obtížné cache, těžko objevitelné, složité hádanky
- Obtížnost 5 - nejtěžší a nejnáročnější cache

Další vlastností cache je obtížnost. Ta vyjadřuje, jak těžké je objevit cache ve svém úkrytu, případně jak složité je zjistit souřadnice, kde se schránka nachází. Obtížnost se hodnotí čísly od 1 do 5. První stupeň je nejjednodušší a je určen převážně pro začátečníky. Pátý stupeň je nejtěžší, nalezení cache je časově náročné a složité na logiku či intelekt hráče.

2.2.4 Terén

- Terén 1 - snadno přístupná místa, silnice, chodníky, zpevněné cesty
- Terén 2 - jednoduchý terén, les, pole, nezpevněné cesty,
- Terén 3 - terén s obtížnějším pohybem, strmý kopec, houští, přeskočení potoku
- Terén 4 - náročný terén, velmi prudký kopec, skála, brodění řeky, šplhání na strom
- Terén 5 - nejnáročnější, vyžaduje speciální náčiní

Terén určuje obtížnost terénu při cestě ke skryši. Hodnotí se stejně jako obtížnost na pětibodové stupnici. První stupeň je nejjednodušší a měl by být přístupný úplně všem, tedy i invalidním vozíkům. Pátý stupeň je naopak nejtěžší a vyžaduje speciální vybavení jako např. horolezecké náčiní nebo potápěčské přístroje.

2.3 Trasovatelné předměty

Trasovatelné předměty jsou speciální předměty, které se vkládají do cache. Nejsou součástí běžné výměny a jejich úkolem je cestovat z jedné cache do druhé, přičemž se sleduje jejich pohyb. Každý takový předmět má svůj vlastní kód. Pokud hráč předmět najde, zaznamená jeho nález na oficiálních stránkách hry. Hráč může (ale nutně nemusí) přemístit nalezený předmět do jiné cache. Každý trasovatelný předmět může mít svůj speciální úkol, který je popsán v listingu.

Ve hře jsou stovky různých druhů trasovatelných předmětů. Typickým představitelem jsou tzv. Travel bugy a Geocoiny (obrázek 2.3). Travel bug je nějaký předmět, který má k sobě připevněn kovový štítek s kódem. Geocoin je kovová mince, která má přímo na sobě vyražen identifikační kód.



Obrázek 2.3: Ukázka trasovatelných předmětů: Travel Bug a Geocoin, zdroj: [www.geocaching.com]

2.4 Oficiální stránky hry

Základním jádrem celé hry jsou oficiální internetové stránky www.geocaching.com. Každý, kdo chce hrát Geocaching musí být na stránkách zaregistrován. Server nabízí hráčům mnoho funkcí. Nejdůležitější je možnost vyhledávání cache podle několika kritérií. Server také umožňuje vyhledávání pomocí Google map. Hráč si může o cache přečíst veškeré dostupné informace (název, souřadnice, typ, velikost schránky, obtížnost, terén, zakladatele, datum založení, kód cache, krátký popis, dlouhý popis, nápovědu, atributy, logy, inventář) a případně zalogovat svoji návštěvu (zaznamenat nález skryše, neúspěšný nález, napsat poznámku). Hráč si dále může prohlížet statistiku svých nálezů cache a trasovatelných předmětů, upravovat informace o svém profilu, přidávat přátele, přidávat obrázky do galerie, případně založit novou cache nebo aktivovat nový trasovatelný předmět. Uživatel má také možnost zřídit si Premium účet, který je zpoplatněný. Majitel tohoto účtu má pak zpřístupněny další užitečné funkce.

3 GPS

GPS (Global Positioning System) je systém pro zjišťování geografických souřadnic na Zemi. GPS využívá satelitní družice, které obíhají kolem Země a vysílají signály v podobě elektromagnetických vln. Tyto signály zpracuje GPS přijímač a zobrazí odpovídající zeměpisné souřadnice. Informace z této kapitoly jsou čerpány ze zdrojů: [7-12].

3.1 Historie

GPS systém vznikl v 70. letech 20. století pro vojenské účely ministerstva obrany USA sloučením dvou projektů pro určování polohy a času, původně jako NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Cílem bylo vytvořit univerzální poziční systém s vysokou přesností. Do té doby byly používány pouze speciální zařízení, které však byly velmi nákladné a měly omezené možnosti využití.

V období 1978 - 1985 bylo vypuštěno na oběžnou dráhu prvních jedenáct družic. Jejich počet pak byl postupně rozšiřován a několik satelitů dokonce několikrát překročilo jejich původní odhadovanou životnost tři roky. V současné době je systém GPS obsluhován 30 aktivními družicemi.

V devadesátých letech byl systém uvolněn i pro veřejnost, ovšem s několika omezeními, převážně kvůli zneužití teroristy. Signál byl dostupný jen na některých místech (tzv. selektivní dostupnost) a byl uměle zkreslován. Tím pádem vznikala odchylka až 30 metrů. 1. května 2000 však byla zrušena i tato omezení, takže se systém začal rychle rozšiřovat i do veřejného sektoru.

3.2 Struktura systému

Systém GPS lze rozdělit na tři části: kosmickou, řídicí a uživatelskou.

Kosmickou část tvoří třicet družic obíhajících v orbitální výšce 20200 kilometrů nad povrchem Země. Satelity obíhají Zemi na šesti polárních drahách v inklinaci² 55°. Doba oběhu je 11 hodin a 58 minut, rychlost pohybu je okolo 3,8 km/s. Družice jsou rozmístěny rovnoměrně a vždy je jich vidět alespoň šest a to z jakéhokoli místa na Zemi. Každý satelit vlastní vysílač, přijímač a velmi přesné atomové hodiny. Vysílač zasílá data uživatelům a řídicímu středisku. Přijímač získává data z řídicího střediska a podle nich pak řídí samotnou družici (např. koriguje oběžnou dráhu). Průměrná životnost družice je přibližně 10 let. Ukázku GPS satelitu můžeme vidět na obrázku 3.1.

² sklon dráhy tělesa k základní rovině (rovníku)

Řídící a kontrolní segment spravuje a řídí chod kosmického segmentu - družic na oběžných drahách. Úkolem je sledovat jejich činnost, zasílat jim příkazy, provádět manévry a v případě nějakých problémů má řídicí část za úkol je řešit. Také jim zasílá aktuální navigační data pro synchronizaci atomových hodin a družicové efemeridy³. Družice jsou však schopny fungovat i bez řídicího segmentu v nouzovém režimu, tzv. AUTONAV (Autonomous Navigation Mode). Řídící sektor tvoří:

- Hlavní velitelství Navstar Headquarters na letecké základně Los Angeles v Californii
- Hlavní řídicí stanice na letecké základně Schriever USAF v Colorado Springs, záložní řídicí stanice v Gaithersburg v Maryland
- Povelové stanice
- Monitorovací stanice

Uživatelskou část tvoří GPS přijímače, které používají běžní uživatelé. Přijímače jsou většinou zabudovány v různých přenosných zařízeních (navigátory, kapesní počítače, telefony). Tvoří je anténa, která musí fungovat na stejné frekvenci jako družice, dále mají předzesilovač, procesor, komunikační rozhraní a hodiny z křemíkového krystalu. Nejčastěji se používají vícekanálové, jednofrekvenční přijímače s kódovým výpočtem. Uživatele lze rozdělit do dvou skupin: autorizovaní a ostatní uživatelé. Autorizovaní uživatelé mají garantovanou vyšší přesnost systému (využití převážně v armádě).



Obrázek 3.1: Ilustrace GPS satelitu na oběžné dráze, zdroj: [www.extr navigace.cz]

³ tabulky poloh nebeských těles

3.3 Princip

GPS projekt poskytuje službu pro určování přesné polohy a seřízení času. Tato služba se nazývá SPS (Standard Positioning Service). Satelity vysílají informace na dvou frekvencích: L1 (v rámci služby SPS) na frekvenci 1575 MHz a L2 (není součástí SPS a je určena pro vojenské účely) na frekvenci 1228 MHz. Některé přijímače využívají obou signálů pro určení zpoždění signálu vlivem ionosféry.

Každý satelit vysílá v podobě elektromagnetických vln informace o své pozici a času atomových hodin. Přijímač pak tyto informace zpracovává. Všechny družice vyšlou signál v přesně stanovený čas. K určení polohy uživatele se využívá časového rozdílu, s jakým zpožděním byl přijat signál od jednotlivých satelitů, tzv. TDOA (Time Difference of Arrival). Pro výpočet zeměpisné šířky a délky jsou zapotřebí informace alespoň ze tří satelitů, pro výpočet nadmořské výšky jsou potřeba alespoň čtyři satelity. Čím více satelitů přijímač využívá, tím je poloha přesnější. Pro správný příjem signálu je zapotřebí přímé viditelnosti oblohy. GPS nefunguje uvnitř budov, pod zemí, pod vodou, v husté zástavbě apod. Princip určení polohy je znázorněn na obrázcích 3.2 a 3.3.

Všechny satelity vysílají informace na stejné frekvenci, a proto je třeba odlišit, který satelit vyslal daný signál. To se řeší pomocí pseudonáhodného šumu PRN (Pseudo Random Noise). PRN je vyslán společně se signálem a jedná se o danou posloupnost nul a jedniček, které se po 1023 bitech pravidelně opakují. PRN vytváří až 36 různých posloupností, které identifikují jednotlivé družice.

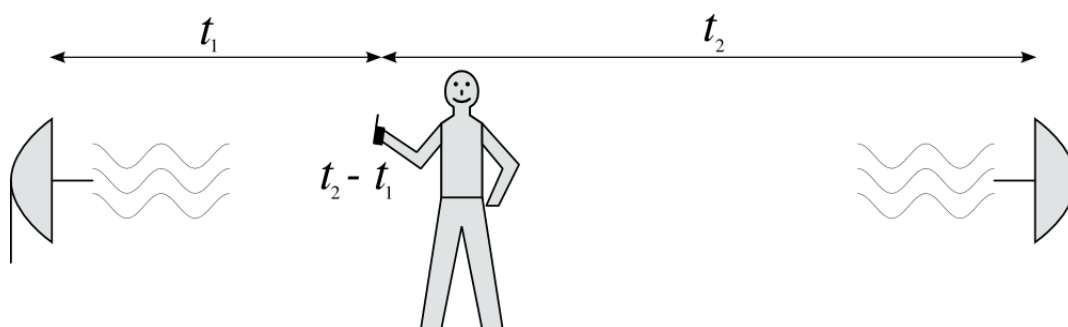
Důležité je také rozmístění družic vzhledem k poloze přijímače. Družice a přijímač nesmí ležet v jedné rovině. Čím větší je úhel mezi dvěma satelity a přijímačem, tím je určení polohy přesnější. Pro rozmístění družic byl zaveden koeficient PDOP (Position Dilution Of Precision). Čím lépe jsou satelity rozmístěny vzhledem k přijímači, tím vyšší je PDOP koeficient. Pro správný výpočet polohy je potřeba mít v přijímači seřízen velmi přesný čas. Ten se aktualizuje při inicializaci (načítání informací o družicích).

Při zapnutí GPS přístroje musí nejdřív proběhnout inicializace. Až poté je možné navigovat. Inicializace trvá několik desítek sekund až minut a dochází při ní k načítání informací o jednotlivých družicích a dalších potřebných dat. Tyto informace se nazývají almanach. Almanach má velikost 37500 bitů a odesílá se rychlostí přibližně 50 bitů/s, přičemž záleží na síle signálu. Almanach se však neodesílá celý, ale pouze jeho určitá část, která je potřeba.

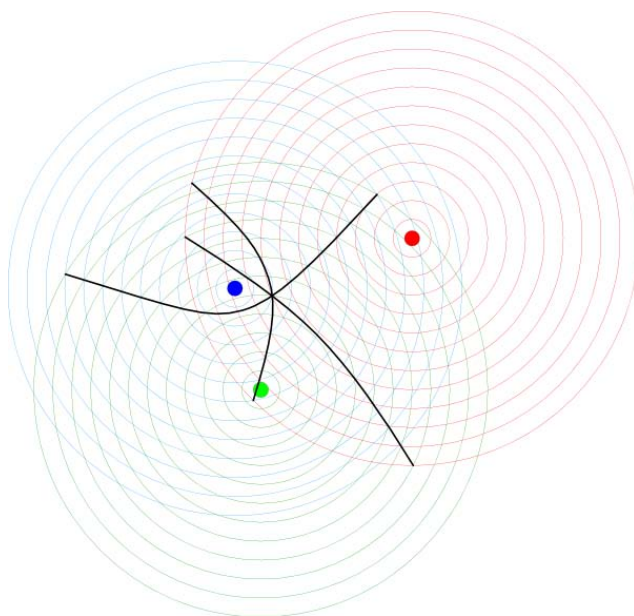
Přesnost GPS závisí převážně na uspořádání jednotlivých družic (PDOP). Další faktory, které způsobují odchylku v měření:

- zpoždění signálu v ionosféře zakřivením dráhy (10 metrů)
- zpoždění signálu v troposféře vlivem počasí (1 metr)
- vychýlení satelitu z udávané polohy (1 metr)
- nepřesnost hodin (1 metr)
- příjem odražených signálů (0,5 metru)
- šum přijímače (2 metry)
- šum vysílače (1 metr)

Vliv na přesnost má také funkce statická navigace. Statická navigace umožňuje v GPS přijímači redukovat chyby příjmu satelitního signálu. Funkce bývá většinou standardně zapnuta, což může být při turistice nebo Geocachingu nežádoucí, ale často bývá nějaká možnost, jak statickou navigaci vypnout. Funkce je vhodná spíše pro autonavigace, protože například při pomalé chůzi způsobuje trhané zobrazování polohy.



Obrázek 3.2: Znázornění určení polohy v jednorozměrném prostoru, zdroj: ABC Linuxu [7]



Obrázek 3.3: Znázornění určení polohy ve dvojrozměrném prostoru, zdroj: ABC Linuxu [7]

3.4 Komunikační protokol NMEA

Přijímač GPS komunikuje s počítačem za pomoci protokolu NMEA, vytvořeného stejnojmennou asociací (National Marine Electronics Association). Protokol je textového formátu a udává informace o aktuální poloze, času, rychlosti, azimutu, stavu družic atd.

Data protokolu jsou prezentována formou vět. Každá věta začíná znakem \$, následuje posloupnost ASCII znaků a věta končí znaky konce řádku CR, LF (Carriage Return, Linefeed). Vždy mezi sebou komunikuje jeden mluvčí a jeden nebo více posluchačů. Věty lze rozdělit do tří kategorií:

- dotazovací věty (query sentences)
- věty mluvčího (talker sentences)
- proprietární věty (propriety sentences)

Věta začíná znakem \$. Následují dvě písmena "TT", která značí identifikátor mluvčího. Další tři písmena "SSS" představují identifikátor věty. Dále následují jednotlivá data oddělená čárkou. Význam jednotlivých datových položek závisí na typu věty. Na konci věty může být volitelný kontrolní součet, který začíná znakem * a následují dvě hexadecimální číslice, které jsou výsledkem operace XOR (exkluzivní součet) mezi znaky \$ a *. Věta končí znaky CR, LF. Může mít maximálně 83 bytů.

```
$TTSSS,D1,D2,D3...*HH<CR><LF>
```

Dotazovací věta slouží k podání žádosti mluvčímu o zaslání nějaké věty. První dva znaky "TT" identifikují žadatele. Následující dva znaky "LL" identifikují dotazovaného. Další písmeno je vždy "Q" a znamená, že se jedná o dotazovací větu (Query). Datová složka "SSS" určuje, o jaký typ věty se žádá.

```
$TTLQ,SSS<CR><LF>
```

Proprietární věta umožňuje výrobcům definovat svou vlastní větu. Začíná znaky "\$P", následují tři písmena určující identifikátor výrobce a dále věta obsahuje dané datové položky.

```
$PSSS,D1,D2,D3...<CR><LF>
```

Existuje velké množství vět mluvčího. Ty nejzákladnější jsou: GSA (Satellites), RMC (Recommended Minimum Navigation Information), GSV (Satellites in view) a GGA (Global Positioning System Fix Data). GSA obsahuje informace o aktivních satelitech, PDOP (Position Dilution Of Precision), HDOP (Horizontal Dilution Of Precision), VDOP (Vertical Dilution Of Precision), obecně tedy DOP (Dilution Of Precision), měřenou v metrech. Věta RMC poskytuje základní informace potřebné k navigaci: čas ve formátu UTC, zeměpisnou šířku a délku, vodorovnou rychlost v uzlech, kurz pohybu ve stupních, datum, magnetickou deklinaci ve stupních. Věta GSV obsahuje různé informace o družicích: počet viditelných družic, identifikační číslo družice, úhlová výška, azimut, SNR (Signal to Noise Ratio). Z důvodu velkého počtu informací je rozdělena do několika dílčích vět. GGA věta poskytuje podrobnější navigační údaje: čas ve formátu UTC,

zeměpisnou šířku a délku, indikátor kvality, počet viditelných satelitů, HDOP (Horizontal Dilution of precision), výšku antény nad geoidem, rozdíl mezi WGS-84 zemským elipsoidem a geoidem (střední úrovní moře).

3.5 Souřadné systémy

Existuje několik souřadných systémů, ve kterých lze vyjádřit přesnou polohu na Zemi. Každá družice zasílá informace o své poloze ve formě souřadnic, které jsou vyjádřeny v souřadném systému ECEF WGS-84 (Earth Centered Earth Fixed World Geodetic System).

WGS-84 je celosvětově uznávaný geodetický standard. Byl vydán ministerstvem obrany Spojených států amerických v roce 1984 a je to pravotočivá kartézská soustava souřadnic se středem v těžišti Země. WGS-84 je definován na základě referenčního elipsoidu WGS-84, jehož tvar se snaží co nejlépe napodobit tvar Země, který má ve skutečnosti tvar geoidu⁴. V geometrickém středu elipsoidu je počátek kartézské soustavy souřadnic. Kladná část osy x směřuje k průsečíku rovníku a nultého poledníku, kladná osa z směřuje k severnímu pólu a kladná část osy y je kolmá na osy x a z ve směru doleva, aby byl systém pravotočivý. Geodetický systém WGS-84 je znázorněn na obrázku 3.4.

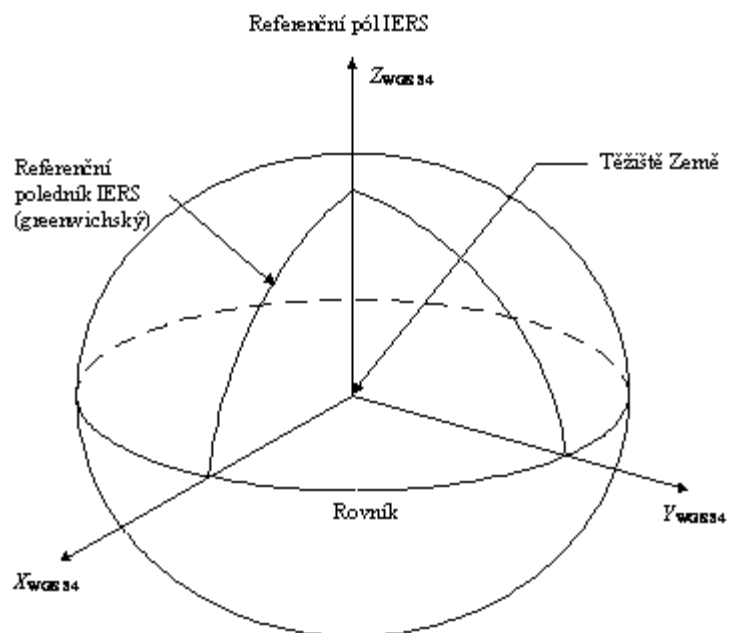
Všechny výpočty probíhají v souřadné soustavě WGS-84 a výsledek se poté přepočítá na běžné geografické souřadnice zeměpisné šířky a výšky. Třetí souřadnicí je výška vyjádřená jako vzdálenost od povrchu referenčního elipsoidu. GPS přijímač tedy nezobrazuje nadmořskou výšku (výšku nad geoidem), ale některé přístroje jí dokážou dopočítat jako rozdíl mezi povrchem elipsoidu a střední výškou mořské hladiny (obrázek 3.5). Výška udávaná GPS přijímačem tedy nemusí odpovídat výškovým kótám na mapě. Rozdíl může být až několik desítek metrů. Odchyłka referenčního elipsoidu WGS-84 od geoidu může být maximálně 60 metrů.

Dalšími souřadnými systémy jsou S-JTSK (Souřadnicový Systém Jednotné Trigonometrické Sítě Katastrální), S42 (vojenský souřadnicový systém 1942), UTM (Universal Transverse Mercator). S-JTSK je lokální souřadný systém a používá se v České republice. Využívá Křovákova zobrazení⁵ a je založen na Besselově elipsoidu⁶. Systém S42, někdy také nazývaný Gaus-Krueger, se používá v zemích bývalé Varšavské smlouvy a používá Krassovského elipsoid. Využívala ho česká armáda a stal se základem systému UTM. UTM je druhý nejvýznamnější globální souřadnicový systém a je podporován GPS. Jedná se o pravoúhlou souřadnou síť, měřenou v metrech. Využívá válcového zobrazení a dělí se na 60 zón, zobrazených pomocí Mercatorova zobrazení části elipsoidu do roviny. Díky tomu lze v UTM měřit vzdálenost dvou bodů v jedné zóně pomocí Pythagorovy věty. Avšak každá zóna používá jinou projekci.

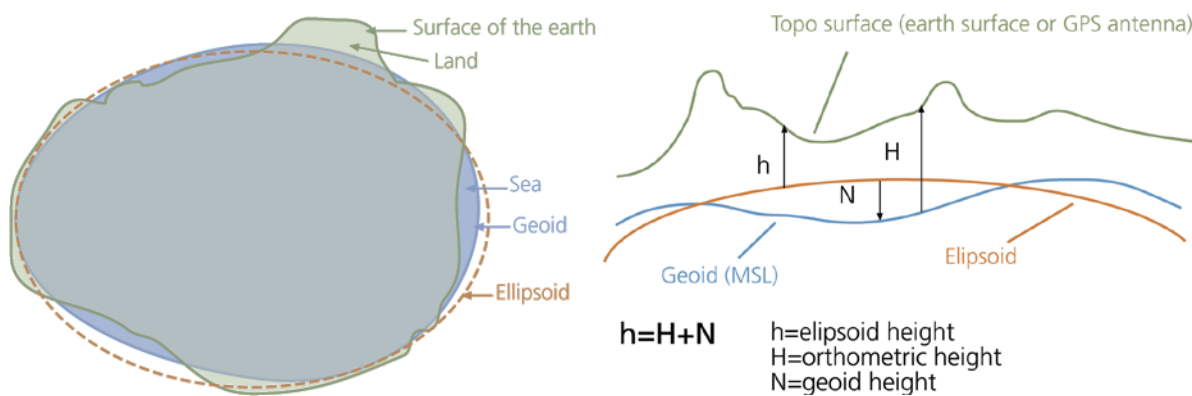
⁴ myšlená nulová hladinová ekvipotenciální plocha, která je v každém svém bodě kolmá na směr zemské tíže

⁵ dvojité konformní kuželové zobrazení

⁶ elipsoid zobrazený konformně na Gaussovu kouli



Obrázek 3.4: Geodetický systém WGS-84



Obrázek 3.5: Model Země

4 Implementace aplikace

V této kapitole si popíšeme obecný způsob implementace programu, jak byl vyvíjen, jaké jsme použili nástroje a jaké využívá technologie.

Aplikace je určena pro mobilní zařízení s operačním systémem Windows Mobile, vybavených GPS přijímačem. GPS přijímač může být zabudován přímo v zařízení, nebo připojen externě, například pomocí technologie Bluetooth. Program byl vyvíjen a testován na operačním systému Microsoft Windows Mobile 6.1 Professional. Verze Professional je určena pro zařízení s dotykovým displejem.

Aplikace byla naprogramována ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2008 v objektově orientovaném jazyce C#. Program funguje nad prostředím Microsoft .NET Compact Framework, které je určené pro běh na mobilních zařízeních a je zjednodušenou verzí .NET Frameworku. Platforma .NET je rozhraní mezi operačním systémem a programovacím jazykem. Poskytuje sadu knihoven pro všechny jazyky, založené na této platformě, a proto není problém přejít z jednoho jazyka na druhý. Podporovány jsou jazyky: C#, Visual Basic .NET, J# a Managed C++. Programový kód se při kompilaci konvertuje na mezikód MSIL (Microsoft Intermediate Language), který je podobný assembleru, avšak mnohem vyspělejší. MSIL je interpretován ve virtuálním stroji, podobně jako má jazyk Java a dále je spuštěn Just-In-Time kompilátor, který vytvoří nativní kód, tedy skutečné instrukce pro cílovou platformu. Rozhraní .NET je součástí operačního systému Windows, ale má rovněž podporu v operačním systému Linux.

Pro vytváření aplikací na mobilní zařízení je potřeba mít také nainstalován balíček vývojových utilit Microsoft Windows Mobile SDK, který obsahuje potřebné knihovny, emulátor, ukázkové programy, dokumentaci a další užitečné nástroje. Dalším důležitým programem pro vývoj je Microsoft ActiveSync, který slouží k synchronizaci mobilního zařízení se systémem Windows Mobile. Funguje jako brána mezi počítačem se systémem Windows a zařízením se systémem Windows Mobile. Aplikace ActiveSync podporuje synchronizaci s počítačem pomocí USB kabelu, technologie Bluetooth, nebo pomocí infračerveného připojení.

4.1 Použité nástroje

Při vývoji a testování aplikace nastal jeden zásadní problém: jak testovat GPS při programování, když v interiérech a budovách, ve kterých pracuje programátor, není GPS signál? Bylo potřeba nějakým způsobem emulovat GPS pro jednodušší a snazší práci. K tomu jsme využili programu Fake GPS (<http://fakegpshelper.codeplex.com>). Ten běží v mobilním zařízení, případně v emulátoru mobilního zařízení a simuluje GPS přijímač. Program načítá data v podobě NMEA vět z textového souboru a zasílá je na komunikační port.

Pro získání potřebných NMEA dat jsme využili navigačního programu BeeLine GPS (<http://www.visualgps.net/BeeLineGPS>). Jedná se o jednoduchý program pro mobilní zařízení, který mimo jiné umožňuje záznam NMEA dat. V terénu jsme si zaznamenali kus ušlé cesty a získaná GPS data jsme uložili do textového souboru, který jsme posléze načetli do programu Fake GPS a použili pro pohodlné testování GPS.

Dalším užitečným nástrojem, který jsme při vývoji použili, byl program Cache Printer (<http://cacheprinter.bubbles.sk>). Ten nám umožnil získat informace o vybraných cache z oficiálního webu a vytvořit GPX (GPS Exchange Format) soubor, ve kterém jsou data o cache uložena. GPX standard používá i náš program a je v něm uložena celá databáze cache. Díky programu Cache Printer jsme nemuseli vytvářet testovací databázi s cache ručně, ale použili jsme databázi vygenerovanou právě tímto programem. Existuje však více aplikací, které generují GPX soubory s informacemi o cache a GPX standard je dokonce podporován na oficiálních stránkách, ovšem je dostupný jen pro uživatele s Premium účtem. Více o GPX standardu se dozvíme v 5. kapitole, která podrobně popisuje náš program.

Při vývoji aplikace jsme také využili emulátor Windows Mobile. Ten má stejné vlastnosti a chování jako samotné mobilní zařízení. Programátor může v emulátoru běžně spouštět a instalovat programy, nahrávat do něj data a simulovat speciální funkce zařízení jako např. GPS, GSM, připojení k síti apod.

5 Popis aplikace

V této kapitole si náš program podrobně popíšeme. Dozvíme se, jaké má funkce, jak aplikace vypadá a podíváme se na strukturu programového kódu.

Aplikací pro operační systém Windows Mobile, podporující hru Geocaching, již několik existuje. Příkladem mohou být:

- BeeLine GPS (<http://www.visualgps.net/BeeLineGPS>)
- GeoScout (<http://eastlands.dyndns.org>)
- Kešovadlo (<http://kesovadlo.jha.cz>)

Náš program je však ojedinělý tím, že umožňuje spravovat databázi s cache a číst o nich veškeré dostupné informace a zároveň umožňuje pomocí GPS navigovat k vybrané cache. Program mohou využít i uživatelé, kteří nemají GPS přijímač. I tak si mohou prohlížet všechny informace o cache a umístění skryše na mapě. Stejně tak lze program využít nejen za účelem hraní Geocachingu, ale také k jednoduché navigaci k určitému místu.

Aplikace má poměrně jednoduché a intuitivní ovládání. Nabízí mnoho užitečných funkcí a pro hráče hry Geocaching může být velmi užitečná. Program umožňuje kompletní správu databáze s cache, import databáze, přidávání a mazání cache, filtrování a výpis veškerých informací o cache. Dále navigování za vybranou skryší pomocí GPS, výpis statistických údajů z GPS, záznam trasy, zobrazení mapy, načítání obrazových mapových podkladů a nastavení některých parametrů aplikace včetně možnosti výběru jednotek vzdálenosti a formátu souřadnic. V následujících kapitolách se zaměříme na podrobnější popis a funkce programu.

5.1 Rozložení aplikace

Základní layout aplikace tvoří horní stavový pruh, hlavní okno s obsahem, a záložky pro přepínání oken. Obsahových oken je celkem pět. Program má moderní design s obrázkovými tlačítky pro jednoduché a snadné ovládání.

Vlevo ve stavovém pruhu se zobrazují informace o stavu GPS. Pokud je přijímač vypnutý, zobrazí se informace "GPS off". Je-li přijímač zapnutý, avšak není ještě zaměřený signál, zobrazí se informace "GPS no fix". V případě správně zaměřeného signálu se zobrazí aktuální souřadnice, kde se právě uživatel nachází, a to v požadovaném formátu, který si uživatel nastaví. V pravé části stavového pruhu se zobrazuje informace o počtu naváděných satelitů a celkovém počtu satelitů, ze kterých přijímač zachycuje signál (které jsou "vidět"). Pod ní je umístěn indikátor kvality přijímaného signálu. Uprostřed stavového řádku se zobrazuje název vybrané cache a pod ní informace o základních attributech cache (typ, velikost schránky, obtížnost a terén). Pokud není vybrána žádná cache, zobrazí se informace "no cache".

V prvním okně "*Main*" se zobrazuje mapa s cache, případně v dolním šedivém pruhu hint⁷, pokud jej cache má a pokud je v nastavení povoleno jeho zobrazování. Vpravo nahoře jsou tlačítka pro zapnutí/vypnutí GPS a přiblížení/oddálení mapy.

V druhém okně "*Stats*" se ukazují statistické údaje z GPS (souřadnice, rychlost, signál atd.). V dolní části jsou tlačítka pro spuštění/zastavení/reset záznamu trasy a zobrazení přehledných grafů.

Ve třetím okně "*Cache*" si můžeme přečíst veškeré dostupné informace o dané cache, ovšem jen tehdy, pokud je nějaká cache vybrána. Informace se načítají z databáze.

Ve čtvrtém okně "*Database*" se spravuje databáze s cache. V horní části okna jsou tlačítka pro import databáze z GPX souboru, aktualizaci databáze a odznačení. V pravém horním rohu najdeme tlačítko filtrů cache. Uprostřed okna se vypisuje cesta k databázovému GPX souboru a pole se seznamem načtených cache. Vyfiltrované cache se samozřejmě nezobrazí. V dolní části okna jsou tlačítka pro potvrzení a načtení vybrané cache ze seznamu, přidání nové cache a vymazání cache z databáze.

V posledním okně "*Menu*" jsou umístěna tlačítka pro načtení mapových podkladů, nastavení, zobrazení informací o autorovi programu a tlačítko pro vypnutí aplikace. Pod nimi se vypisuje cesta k mapovému XML souboru a seznam načtených mapových podkladů.

Screenshoty jednotlivých oken jsou uvedeny v následujících kapitolách, které podrobněji popisují funkce programu.

5.2 Struktura projektu

V této kapitole je popsána programová struktura celého projektu. Stručně si popíšeme jednotlivé třídy a jejich základní funkce.

Celé řešení (ve Visual Studiu tzv. Solution) tvoří dva projekty. První z nich "*Microsoft.WindowsMobile.Samples.Location*" byl použit z ukázkových příkladů Windows Mobile SDK a zajišťuje veškerou práci s GPS. Projekt obsahuje 7 členských tříd:

- GPS - hlavní třída, obsahuje metody pro práci s GPS
- GpsDeviceState - uchovává informace o stavu GPS zařízení
- GpsPosition - uchovává informace o získaných GPS datech
- DeviceStateChangedEventArgs - uchovává parametry události *DeviceStateChanged*
- LocationChangedEventArgs - uchovává parametry události *LocationChanged*
- DegreesMinutesSeconds - zajišťuje reprezentaci souřadnic ve stupních, minutách a vteřinách
- Utils - obsahuje nízko-úrovňové funkce pro práci s pamětí

⁷ krátká nápověda, kde se nachází skrýš, nebo kde má hráč hledat

Druhý projekt "*GeoNavigator*" už tvoří samotnou aplikaci. Obsahuje 4 okna (ve Visual Studiu tzv. Windows Forms):

- MainForm - hlavní obrazovka se stavovým pruhem, oknem s obsahem a záložkami
- AddCache - okno pro přidání nové cache do databáze
- Filter - okno s filtry cache
- Settings - okno s nastavením aplikace

Dále projekt obsahuje 8 členských tříd. Z toho dvě třídy: "*IniFile*" a "*IniSection*", které jsou ze jmenného prostoru "*Ini*", byly použity k uložení nastavení programu a jsou od jiného autora.

- Program - hlavní třída, která inicializuje aplikaci
- Cache - uchovává základní informace o načtených cache z databáze
- Gpx - zajišťuje veškerou práci s databází cache v GPX souboru
- Map - uchovává informace o načtených mapách
- MapXml - zajišťuje veškerou práci s databází map
- Conversion - obsahuje metody pro převod formátu souřadnic

Jednotlivé třídy jsou blíže popsány v následujících kapitolách, které se podrobněji zabývají funkcemi programu.

5.3 GPS a navigace

Již při spuštění aplikace se inicializuje GPS ovladač a definuje se událost "*UpdateData*" v hlavním okně "*MainForm*", která zajišťuje načítání všech informací z přijímače. GPS navigace se zapne, resp. vypne červeným, resp. zeleným tlačítkem v okně "*Main*" (obrázek 5.1). Nejdříve je potřeba zaměřit signál a až poté je možné navigovat. Aktuální stav GPS uchovává objekt třídy "*GpsDeviceState*".

V případě úspěšné fixace signálu vrací událost tyto informace:

- zeměpisná šířka ve stupních
- zeměpisná délka ve stupních
- nadmořská výška v metrech
- azimut ve stupních
- rychlost v uzlech (námořní míle)
- čas
- počet satelitů
- síla signálu satelitů
- PDOP
- HDOP
- VDOP

Všechny získané informace z GPS se vypisují v okně "Stats" (obrázek 5.2), kde lze také nahrávat záznam trasy a následně jej zobrazit v podobě přehledných grafů. Zaznamenává se uražená vzdálenost, průměrná rychlost a nadmořská výška. Jednotky vzdálenosti a formát souřadnic lze zvolit v nastavení programu.



Obrázek 5.1: Okno Main s mapou



Obrázek 5.2: Okno Stats se statistikami

5.4 Databáze cache

Databáze cache je reprezentována XML souborem ve formátu GPX (GPS Exchange Format). Obsahuje veškeré možné informace o cache.

GPX (<http://www.topografix.com/gpx.asp>) je datový formát XML, určený pro sdílení a ukládání GPS dat (waypointů, bodů zájmu, tras atd.). Jedná se o obecně rozšířený standard. Je hojně používán a má podporu také v Geocachingu.

Naše databáze používá dva jmenné prostory (GPX a Groundspeak), které definují určitá pravidla, jak přesně zapisovat data. To zajistí kompatibilitu mezi programy, které používají pro ukládání informací o cache standard GPX. Soubor GPX s databází cache umí vytvořit například program Cache Printer (<http://cacheprinter.bubbles.sk>).

Aplikace umožňuje importovat GPX databázi, nebo si vytvořit vlastní. Pokud importujeme do programu databázi, všechny operace nad databází (přidání a mazání cache) se provádí přímo

v GPX souboru. Při načtení se vytvoří pole objektů třídy "Cache", kde jsou uloženy základní informace o cache. Další informace se potom načítají při označení cache přímo z XML souboru kvůli úspoře paměti. Parsování XML a ukládání do něj zajišťuje třída "Gpx". Seznam cache se zobrazuje v okně "Database" (obrázek 5.4).

Při označení cache se vypíší všechny informace do okna "Cache" (obrázek 5.3). Část informací se načítá z pole objektů třídy "Cache" a část z XML. Některé údaje lze v nastavení programu skrýt (např. hint, logy, dlouhý popis). Pokud je cache archivovaná nebo nedostupná, údaj je zvýrazněn červenou barvou.

V programu lze přidávat cache i ručně (obrázek 5.5). Uživatel potom musí vyplnit:

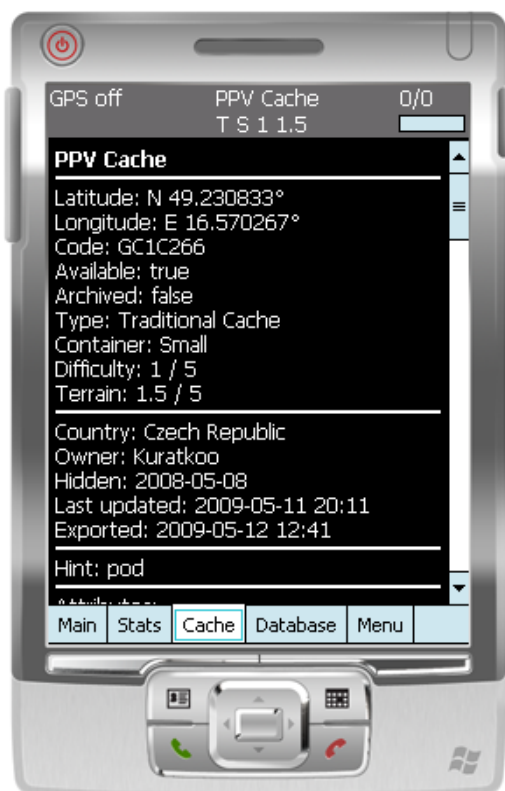
- název cache
- souřadnice ve zvoleném formátu
- jednoznačný kód cache
- stav (dostupnost, archivace)
- hint
- popis
- typ
- velikost schránky
- obtížnost
- terén

Další informace, jako je např. autor nebo datum založení, se nevyplňují, protože tyto informace nejsou považovány za nezbytně důležité pro hledání cache. Vyplňované informace nemusí nutně ukazovat na nějakou cache. Uživatel tak může vytvářet jakékoliv waypointy a tím pádem lze takto program využít i k jiným účelům, než je navigace právě k cache.

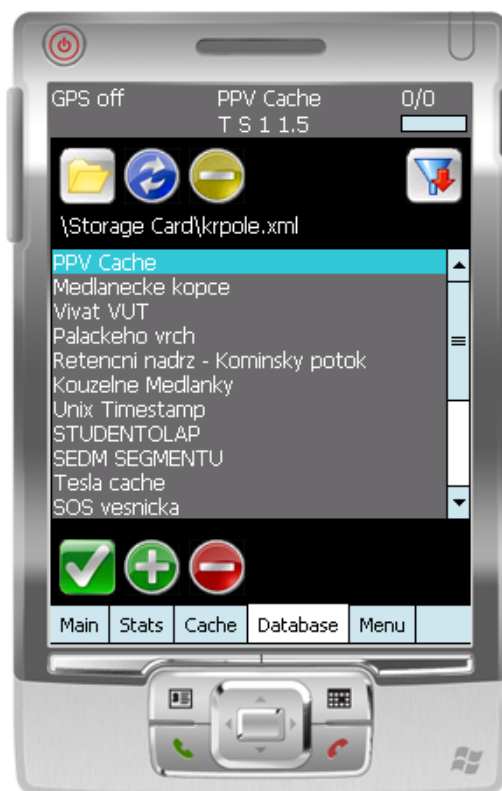
Aplikace dále umožňuje filtrovat cache podle několika kritérií (obrázek 5.6):

- typ
- velikost schránky
- stav (dostupnost, archivace)
- obtížnost
- terén

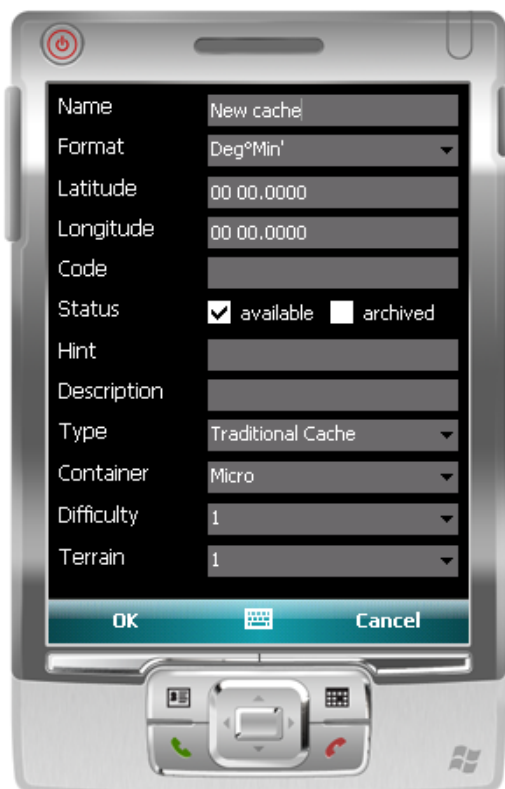
Odfiltrované cache se potom nezobrazí ve výpisu v okně "Database" a nejsou vidět v mapě.



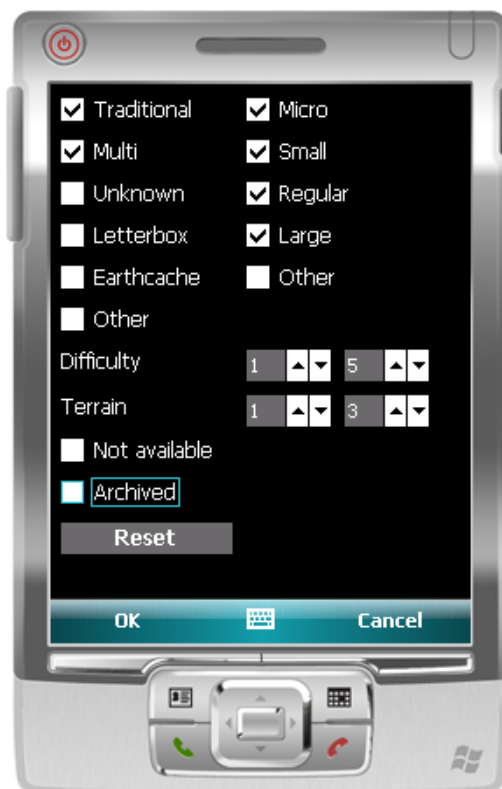
Obrázek 5.3: Okno Cache s informacemi o cache



Obrázek 5.4: Okno Database s databází cache



Obrázek 5.5: Přidání cache



Obrázek 5.6: Filtry cache

5.5 Mapa

Pokud je zapnutá GPS, v hlavním okně "Main" se zobrazuje mapa. Na obrazovce se ukazuje šipka, určující směr pohybu, měřítko v požadovaných jednotkách a načtené cache, které jsou barevně odlišené podle typu (obrázek 5.7):

- Traditional cache - zelená
- Multi-cache - žlutá
- Mystery cache - modrá
- Letterbox - šedivá
- Earthcache - hnědá
- Ostatní - červená

U každé cache lze volitelně zobrazit její název a vzdálenost od aktuální pozice. Pokud je nějaká cache vybrána, zobrazuje se také naváděcí čára, která ukazuje na tuto cache, a v levém horním rohu vzdálenost od cíle. Mapu lze pomocí tlačítek přibližovat nebo oddalovat (obrázek 5.8).

Velkou výhodou programu je možnost zobrazení mapových podkladů. Mapy je však nutné ručně zkalibrovat⁸. Mapový podklad tvoří bitmapový obrázek ve formátu JPG, GIF, PNG, BMP a soubor XML, ve kterém jsou uloženy údaje pro správné umístění mapy. Mapa musí být orientována na sever. V XML může být uloženo více map. Mapový databázový soubor ukládá tyto informace o mapě:

- název mapy
- název a umístění obrazového souboru
- rozměry mapového obrázku
- počet metrů na jeden pixel mapového obrázku
- souřadnice levého horního rohu mapy
- souřadnice pravého dolního rohu mapy

Práci s mapovým XML souborem zajišťuje třída "MapXml". Při načtení mapové databáze se vytvoří pole objektů třídy "Map", kde jsou uloženy veškeré informace o dostupných mapách. Tlačítko pro načtení map se nachází v posledním okně "Menu". Po načtení XML souboru si můžeme vybrat v seznamu požadovanou mapu. Pokud nemáme načtený žádný mapový databázový soubor, použije se výchozí mapa "Default", která však nemá mapový podklad. Zobrazování mapového podkladu lze také vypnout v nastavení aplikace.

⁸ propojení mapového podkladu se souřadným systémem



Obrázek 5.7: Okno Main s mapou a mapovým podkladem



Obrázek 5.8: Okno Main s mapou a navigování při vybrané cache

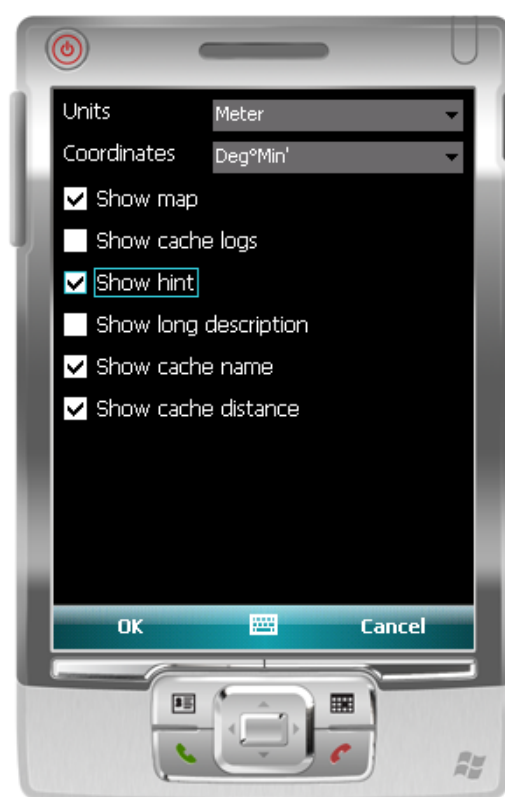
5.6 Nastavení aplikace

V posledním okně "Menu" se nachází tlačítko pro nastavení programu (obrázek 5.9). Všechna nastavení se ukládají do INI souboru, který se při spuštění aplikace automaticky načte. Pokud INI soubor neexistuje, vytvoří se nový s výchozím nastavením. Do INI souboru se ukládá nastavení programu, aktuálně zvolená databáze s cache (tedy cesta k GPX souboru), aktuálně zvolená databáze s mapami (cesta k XML souboru), vybraná cache, vybraná mapa a nastavení filtrů. Všechna tato nastavení se uloží při vypnutí programu, změně nastavení programu nebo změně filtru. Práci s INI souborem zajišťují třídy "IniFile" a "IniSection". V programu lze nastavit (obrázek 5.10):

- jednotky vzdálenosti (metry, míle, námořní míle)
- formát souřadnic (stupně, stupně + minuty, stupně + minuty + vteřiny)
- zobrazení mapového podkladu
- zobrazení logů cache
- zobrazení nápovědy cache (hint)
- zobrazení dlouhého popisu cache
- zobrazení názvu cache v mapě
- zobrazení vzdálenosti cache v mapě



Obrázek 5.9: Okno Menu



Obrázek 5.10: Nastavení programu

6 Testování

Aplikaci jsme testovali v reálném nasazení, při hledání skutečné cache. Ukázalo se, že program může být skutečně užitečnou pomůckou pro hráče a hledání skryše je s jeho pomocí snazší. Měli jsme k dispozici všechny potřebné informace o cache a navigace nás dokázala úspěšně dovést k cílovému místu. Program byl testován na kapesním počítači HP 614c s operačním systémem Windows Mobile 6.

Samotný program klade velký důraz na jednoduché a intuitivní ovládání. Tlačítka jsou obrázková a dostatečně velká, aby bylo možné ovládat aplikaci i bez použití stylusu⁹. Podporovány jsou i různá rozlišení displeje, případně překlápění obrazu na šířku, resp. na výšku. Formulářové prvky se automaticky přizpůsobí obrazu.

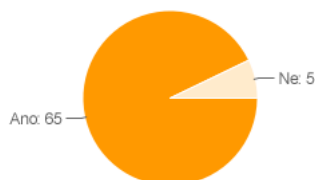
Při testování jsme narazili i na několik nedostatků. Program měl problémy s načítáním mapových podkladů větších rozměrů. Dalším nedostatkem byl výpočet vzdálenosti cache od aktuální pozice. Vzdálenost se pro usnadnění počítá pomocí Pythagorovy věty. K výpočtu se používá údaj z mapové XML databáze - počet metrů na jeden pixel. Tento údaj nemusí být vždy zcela přesný a ve výpočtu vzdálenosti může vznikat mírná nepřesnost. Chyba s narůstající vzdáleností exponenciálně roste. Proto je důležité kalibrovat mapy s velkým důrazem na přesnost.

6.1 Dotazník

Pro potřeby testování jsem vytvořil online dotazník, kde jsem uživatelům položil několik otázek na téma používání GPS navigace při hře Geocaching a otázky k samotnému programu Geo Navigator. Dotazník vyplnilo 71 respondentů. Převážná většina z nich jsou hráči hry Geocaching. Každá následující podkapitola popisuje jednotlivé otázky dotazníku. Všechny otázky byly nepovinné.

6.1.1 Otázka č. 1

"Používáte GPS navigaci?"



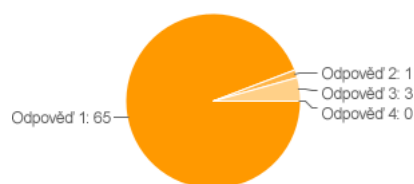
Odpověď Ano: **65** 93%

Odpověď Ne: **5** 7%

⁹ pero používané pro ovládání zařízení s dotykovým displejem

6.1.2 Otázka č. 2

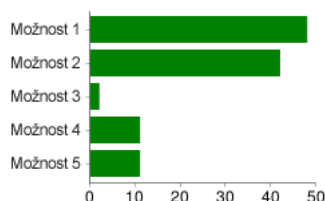
"Hrajete hru Geocaching?"



| | | |
|--|-----------|-----|
| Odpověď 1: Ano, jsem zaregistrovaný a hraju | 65 | 94% |
| Odpověď 2: Ano, ale nejsem ještě zaregistrovaný, hraju s přáteli | 1 | 1% |
| Odpověď 3: Ne nehraju, ale hru znám | 3 | 4% |
| Odpověď 4: Ne nehraju a neznám tuto hru | 0 | 0% |

6.1.3 Otázka č. 3

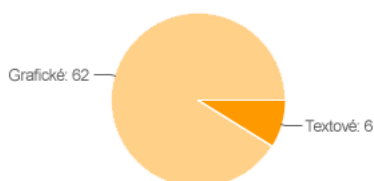
"Jaký software používáte při hledání cache?"



| | | |
|---|-----------|-----|
| Možnost 1: Software, umožňující navigaci ke skrýši | 48 | 70% |
| Možnost 2: Software, umožňující číst informace o cache přímo z displeje | 42 | 61% |
| Možnost 3: Navigační software pouze pro prohlížení map, GPS nepoužívám | 2 | 3% |
| Možnost 4: Nepoužívám software pro správu cache, poznámky si píšu ručně | 11 | 16% |
| Možnost 5: Ostatní | 11 | 16% |

6.1.4 Otázka č. 4

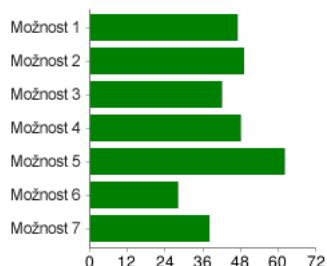
"Jakému typu reprezentace informace dáváte přednost?"



| | | |
|--|-----------|-----|
| Textové (souřadnice, vzdálenost od cíle) | 6 | 9% |
| Grafické (směrová šipka, naváděcí čára) | 62 | 91% |

6.1.5 Otázka č. 5

"Vyuzili byste některou z následujících funkcí?"



| | | |
|--|----|-----|
| Možnost 1: Grafický záznam stopy (čára kudy jsem šel) | 47 | 69% |
| Možnost 2: Převodník formátu souřadnic | 49 | 72% |
| Možnost 3: Pole na psaní textových poznámek | 42 | 62% |
| Možnost 4: Automatická změna mapového podkladu podle aktuální polohy | 48 | 71% |
| Možnost 5: Volné prohlížení mapy | 62 | 91% |
| Možnost 6: Zvuková signalizace | 28 | 41% |
| Možnost 7: Zamknutí klávesnice/displeje | 38 | 56% |

6.1.6 Otázka č. 6

"Co se vám na programu Geo Navigator líbí?" Výběr některých zajímavých odpovědí:

- "Podpora mapových podkladů, zoomování, měřítko"
- "Ruční zadání cache a použití formátu GPX pro import dat"
- "Výpis statistik z GPS"
- "Možnosti vlastního nastavení, filtrování cache"
- "Vzhled programu a velká tlačítka, umožňující ovládání prstem, srozumitelné menu"
- "Přímé zaměření na Geocaching narozdíl od univerzálních navigačních aplikací"
- "Mapová navigace a prohlížení listingu cache v jedné aplikaci"

6.1.7 Otázka č. 7

"Co se vám na Geo Navigatoru nelíbí, co byste vylepšili?" Výběr některých zajímavých odpovědí:

- "Program je určen jen pro Windows Mobile, není multiplatformní"
- "Chybí kompas, podpora českého jazyka, evidence nálezů cache"
- "Možnost filtrovat podle vzdálenosti od cache, načítání dat z internetu, podpora Google map"
- "V seznamu cache zobrazovat i další informace jako např. typ, směr, vzdálenost"
- "Možnost změny barev prostředí nebo více skinů"

7 Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je aplikace pro mobilní zařízení s operačním systémem Windows Mobile, která umožňuje spravovat databázi s cache, číst veškeré dostupné informace o vybrané cache a navigovat k ní pomocí GPS. Aplikaci jsme testovali v reálném nasazení. Samotný program si vyzkoušelo i několik hráčů, kteří jej posléze ohodnotili a navrhli možná vylepšení.

Téma práce zasahuje do několika oblastí. Pro vytvoření aplikace bylo potřeba podrobně nastudovat pravidla hry Geocaching, základy kartografie, geografické souřadné systémy a princip fungování navigačního systému GPS, zejména komunikaci prostřednictvím protokolu NMEA. Dále bylo potřeba naučit se programovat aplikace pro kapesní počítače.

Při vývoji jsem se inspiroval několika existujícími programy pro navigaci nebo správu cache. Dále jsem vycházel z vlastních zkušeností, které jsem získal při hraní hry.

Aplikaci by bylo možné vylepšit o nějaké další užitečné funkce. Například by šlo implementovat načítání mapových podkladů z internetu, využitím služby Google maps. Uživatel by tak měl přístup k mapám celého světa. Nevýhodou by však byla nutnost připojení k internetu. Dále by bylo možné přidat podporu více jazyků, nebo vést evidenci nalezených cache a dělat z nich přehledné statistiky. Zajímavým rozšířením by byla i podpora zvukové signalizace. Program by hlásil, jak daleko se nacházíme od cíle a jakým se máme držet směrem. Této funkce by mohli využít například cyklisté. Přístroj by měli schovaný v kapse a jen by poslouchali zvukové povely.

Program může být užitečný pro hráče hry Geocaching, kteří hledají skrýš a chtějí mít všechny informace o cache u sebe pohromadě v jednom zařízení. Věřím, že odevzdáním této práce vývoj projektu nekončí. Chtěl bych program nadále vylepšovat a vytvořit tak z něj užitečný nástroj pro Geocaching.

Literatura

- [1] Janeček, V.: Pár kroků do historie navigace. [online], aktualizováno 30. červen 2008, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www.extr navigace.cz/par-kroku-do-historie-navigace>
- [2] Survival: Úvod a historie kartografie. [online], aktualizováno 1. duben 2006, [cit. 2009-05-20].
URL <http://survival.specialista.info/view.php?cisloclanku=2006040101>
- [3] Görz, G.: Das Astrolab. [online], aktualizováno 4. březen 2009, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www8.informatik.uni-erlangen.de/IMMD8/Services/Astrolab>
- [4] Wikipedia: GeoWiki. [online], aktualizováno 12. březen 2009, [cit. 2009-05-20].
URL <http://wiki.geocaching.cz>
- [5] GPSgames.org: The History of Geocaching. [online], aktualizováno 2006, [cit. 2009-05-20].
URL <http://geocaching.gpsgames.org/history>
- [6] Lutonský, M.: Geocaching: hra pro mozek, nohy a vaši GPS. [online], aktualizováno 1. únor 2007, [cit. 2009-05-20].
URL <http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/AR.asp?ARI=112930>
- [7] Martínek, J.: Seriál GPS a komunikační protokol NMEA. [online], aktualizováno 10. říjen 2006, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www.abclinuxu.cz/serialy/gps-a-komunikacni-protokol-nmea>
- [8] Šunkevič, M.: Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS. [online], aktualizováno 9. leden 2007, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GPS>
- [9] Rydval, S.: Princip a fungování GPS. [online], aktualizováno 1. prosinec 2005, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www.rydval.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2005110301>
- [10] Bergmann: Co to je GPS? Historie a úvod do problematiky. [online], aktualizováno 12. prosinec 2005, [cit. 2009-05-20].
URL <http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=244>
- [11] Baddeley, G.: GPS NMEA sentence information. [online], aktualizováno 20. červenec 2001, [cit. 2009-05-20].
URL <http://aprs.gids.nl/nmea>
- [12] Hojgr, R.: GPS: praktická uživatelská příručka. Computer Press, Brno, 2007. ISBN 978-80-251-1734-7
- [13] Wigley, A.: Microsoft Mobile Development Handbook. Microsoft Press, Redmond, 2007. ISBN 978-0-7356-2358-3

Seznam příloh

Příloha 1 - disk CD

Disk CD přiložený k této bakalářské práci obsahuje:

- Zdrojový text této technické zprávy ve formátu DOCX a PDF
- Zdrojové kódy aplikace
- Aplikaci v binární podobě včetně všech potřebných souborů ke spuštění
- Jednoduchý manuál k programu
- Testovací data (ukázková GPX databáze s cache, ukázkové mapové podklady, testovací NMEA data pro Fake GPS)
- Podpůrné nástroje (Windows Mobile SDK, Fake GPS)
- Screenshoty programu
- Plakát
- Metriky zdrojových kódů