

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

MOBILNÍ APLIKACE PRO PODPORU CESTOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADIM KUBIŠ

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

MOBILNÍ APLIKACE PRO PODPORU CESTOVÁNÍ

MOBILE APPLICATION FOR TRAVELLING SUPPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADIM KUBÍŠ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL OČENÁŠEK, Ph.D.

BRNO 2013

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem a implementací aplikace pro cestovatele. Aplikace je postavena na mobilní platformě Android, využívá GPS modul zařízení a pro většinu funkcí vyžaduje připojení k Internetu. Uživatel aplikace může zaznamenat protnuté body trasy, vyhledat služby v jeho okolí, zjistit aktuální kurzy světových měn, ukládat cestovní výdaje, přistupovat k online překladači, publikovat informace z cesty na Facebook a zobrazit informace o GPS pozici a její adresu. Aplikace používá mapové podklady společnosti Google, statická data ukládá v SQLite databázi, pracuje s asynchronními úlohami a je napsána v programovacím jazyce Java. Práce dále popisuje testování aplikace a možnosti jejího dalšího rozvoje.

Abstract

Bachelor's thesis describes the design and implementation of application for travellers. The application is built on the Android mobile platform, uses the GPS module of device and requires the Internet access for most functions. The user of this application may track his waypoints, search for services around, look up current exchange rates of world currencies, record travel costs, access to the online translator, publish informations from journey to Facebook, display information about GPS position and display actual address. The application uses Google maps, the static data are stored in SQLite database, works with asynchronous tasks and is written in the Java programming language. The thesis also describes testing of the application and the possibilities of its further development.

Klíčová slova

Android, mobilní aplikace, cestování, GPS, záznam výdajů, konverze měn, záznam trasy, vyhledávání služeb, Java

Keywords

Android, mobile application, travelling, GPS, costs record, currency conversion, waypoints tracker, search for services, Java

Citace

Radim Kubiš: Mobilní aplikace pro podporu cestování, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2013

Mobilní aplikace pro podporu cestování

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Pavla Očenáška, Ph.D.

.....

Radim Kubiš
15. května 2013

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Ing. Pavlu Očenáškov, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za poskytování užitečných nápadů, rad a také jeho trpělivost.

© Radim Kubiš, 2013.

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

1	Úvod	3
2	Použité technologie	4
2.1	Platforma Android	4
2.1.1	Historie	4
2.1.2	Verze systému	5
2.1.3	Rozšířenost	5
2.1.4	Architektura	7
2.1.5	Komponenty aplikace a jejich životní cykly	9
2.1.6	Licence	12
2.2	Systém GPS	12
2.2.1	Historie	12
2.2.2	Segmenty systému	12
2.2.3	Určení polohy	16
2.2.4	GPX soubory	18
2.2.5	Ostatní navigační systémy	19
3	Analýza požadavků	22
3.1	Existující systémy pro podporu cestování	22
4	Specifikace požadavků	24
4.1	Funkce aplikace	24
4.2	Uživatelské rozhraní	25
5	Návrh aplikace	26
5.1	Funkce aplikace	26
5.2	Uživatelské rozhraní	30
6	Implementace	33
6.1	Zjišťování GPS pozice	33
6.2	Získávání dat z Internetu	34
6.3	Databáze	35
6.4	Uživatelské rozhraní	36
7	Testování	37

8	Závěr	43
8.1	Zhodnocení výsledků	43
8.2	Přínos práce	44
8.3	Budoucnost projektu	44
A	Verze systému Android	48
B	Obsah CD	53

Kapitola 1

Úvod

Pohyb je přirozená činnost člověka a lidé od nepaměti cestují, jak po nejbližším okolí svého bydliště, tak i do vzdálených koutů celého světa. V dnešní době, díky existenci moderních dopravních prostředků a různých forem přepravy, bereme cestování jako samozřejmost a cestujeme v podstatě každý den. Mnoho lidí dojíždí denně do zaměstnání nebo do škol, někteří z nich jezdí na služební cesty, ale snad většina z nás využívá po celý rok svůj volný čas k navštěvování zajímavých míst, jak v naší vlasti, tak i v zahraničí.

Cesty do neznámých lokalit s sebou často nesou problémy s nalezením služeb, které by uspokojily potřeby cestovatelů, v okolí navštíveného místa. Každý, kdo cestuje do zahraničí, kde se platí jinou měnou než jeho vlastní, se zajímá o poměr své domácí měny ku měně cílové země. V souvislosti s tím sleduje, jak velkou částku za jednotlivé věci při takové cestě utratil v přepočtu na měnu domácí. Pokud někdo cestuje do státu s odlišnou řečí, může mít problém s dorozuměním se a často používá posunky nebo s sebou nosí slovník. Další věcí, kterou člověk často při cestování dělá, je komunikace na dálku s blízkými osobami a přáteli. V současnosti lidé komunikují na velké vzdálenosti především elektronicky a využívají k tomu různé internetové prostředky, dnes hlavně takzvané sociální sítě.

Cílem této práce je navrhnout a implementovat aplikaci, která by usnadnila řešit výše zmíněné problémy uživatelů. Měla by tedy umožňovat vyhledání nejbližších poskytovaných služeb, např. hotely, restaurace a čerpací stanice, poskytovat informace o kurzech jednotlivých měn a obsahovat správu cestovních výdajů v kategoriích definovaných uživatelem. Dále by aplikace měla poskytovat přístup ke slovníkům různých jazyků a umožnit komunikaci s dalšími osobami. Aplikace bude zacílena na uživatele mobilních zařízení s dnes velmi populárním a rozšířeným operačním systémem Android.

Kapitola 2 popisuje cílový operační systém Android a globální navigační satelitní systém GPS využívaný aplikací pro zjištění aktuální zeměpisné polohy uživatele, dle které bude aplikace vyhledávat služby v okolí a automaticky nastavovat volby některých funkcí. Kapitoly 3 a 4 rozebírají požadavky na jednotlivé funkce dostupné uživateli v implementované aplikaci. Poslední teoretická kapitola 5 popisuje možnosti řešení funkcí aplikace a uvádí dostupné zdroje pro získávání prezentovaných informací. Následující kapitola 6 obsahuje implementační detaily, 7. kapitola prezentuje způsob testování, které je nedílnou a důležitou součástí vývoje každé aplikace. Poslední kapitola 8 hodnotí dosažené výsledky a popisuje možnosti dalšího vývoje projektu.

Kapitola 2

Použité technologie

2.1 Platforma Android

Android zahrnuje operační systém, middleware¹ a základní aplikace [12]. Je určený především pro mobilní zařízení, jako jsou chytré mobilní telefony, tablety a navigace. Poslední dobou se rozšířil především do malých multimediálních přehrávačů, ze kterých je možné přistupovat k internetu, a mini počítačů s nízkou spotřebou. Začínají se pomalu objevovat návrhy na využití Androidu v domácích spotřebičích (ledničky, pračky, mikrovlnné trouby) [32] a v palubních deskách automobilů [30].

2.1.1 Historie

V říjnu 2003 byla v Kalifornii založena firma Android Inc., která nebyla příliš známá. Google Inc.² ji v srpnu 2005 odkoupil a udělal z ní svoji dceřinou společnost.

Tým Googlu, vedený jedním z původních zakladatelů firmy Android Inc., vyvinul platformu postavenou na linuxovém jádru a získal několik patentů v oblasti mobilních technologií v září 2007. Odborná veřejnost očekávala, že Google chce vstoupit na trh chytrých mobilních telefonů a vydá jejich vlastní mobilní telefon.

5. listopadu 2007 vzniklo konsorcium společností vyrábějících mobilní telefony, čipy nebo mobilní aplikace (např. Google, HTC, Intel, LG, Motorola, NVIDIA, Qualcomm, Samsung, Texas Instruments), nazvané Open Handset Alliance³, aby vyvinulo otevřený standard mobilních zařízení. Ve stejný den ohlásilo svůj první produkt, Android, a po týdnu vydalo první Android SDK⁴ s open source licencí pro vývojáře [2].

První komerční telefon s Androidem, vyrobený společností HTC, byl v USA uveden v říjnu 2008, do České republiky se dostal v lednu 2009, a bylo uvolněno SDK 1.0. V roce 2009 využívalo systém Android už více než 20 zařízení. Koncem roku 2010 se Android stal vedoucí mobilní platformou.

¹Middleware představuje software poskytující služby aplikacím nad rámec služeb dostupných přímo z operačního systému [6].

²<http://www.google.com/about/company/>.

³<http://www.openhandsetalliance.com/>.

⁴Zkratka z anglického Software Development Kit, je to soubor softwarových nástrojů, knihoven a většinou i příkladů a návodů k vývoji aplikací pro specifické zařízení, operační systém nebo programovací jazyk [6].

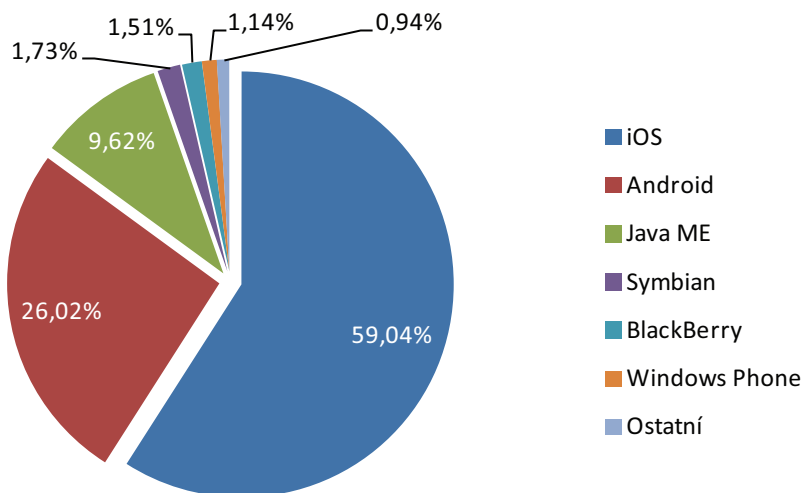
2.1.2 Verze systému

Existuje již více než deset verzí Androidu. Každá jeho verze byla uvolněna v několika vydáních, která většinou opravují drobné chyby, nedostatky a přidávají malá vylepšení oproti těm předchozím. Seznam verzí s jejich hlavními rozdíly a daty prvních vydání je k dispozici v příloze A.

Od Androidu 1.5, uvolněného 30. dubna 2009, nesou jednotlivé verze systému oficiální kódová jména, inspirovaná anglickými názvy zákusků a sladkostí. Tato jména jdou abecedně za sebou, nejnovější známou verzí je 4.2 Jelly Bean [14].

2.1.3 Rozšířenost

Systém se stává mezi uživateli chytrých mobilních zařízení čím dál oblíbenějším, především díky jeho otevřenosti a tomu, že je založen na Linuxu. Každý si může své zařízení po softwarové stránce libovolně upravit a přizpůsobit k obrazu svému. V současnosti zabírá Android na trhu mobilních operačních systémů více než čtvrtinový podíl ze všech používaných zařízení, a dostal se tak na druhé místo mezi používanými systémy [22]. Poměr s dalšími systémy lze vidět v grafu 2.1.

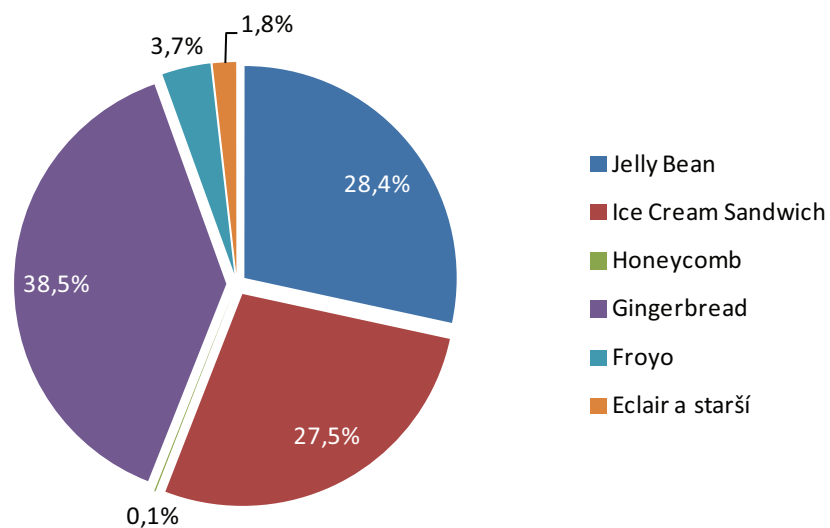


Obrázek 2.1: Podíl používaných mobilních operačních systémů [22].

Na zařízeních uživatelů s Androidem se po celém světě může vyskytovat i více než deset různých verzí nebo vydání tohoto systému. Při vytváření aplikace je nutné zvolit její nejnižší podporovanou verzi API⁵ a tím počet uživatelů, kteří si budou moci tuto aplikaci nainstalovat a používat ji, ale také funkční možnosti samotné aplikace.

Graf 2.2 zobrazuje rozšířenost jednotlivých verzí systému podle kódových jmen mezi uživateli a tabulka 2.1 jejich verzi API. Momentálně by bylo vhodné zvolit API 10 (94,4 %), popřípadě starší verzi API 8 (98,2 %), pro maximální pokrytí počtu uživatelů.

⁵Zkratka z anglického Application Programming Interface, jedná se o předdefinovanou sadu příkazů, funkcí a protokolů, které lze využít při vytváření aplikace pro specifický operační systém, aby je programátor nemusel psát celé od začátku [6].



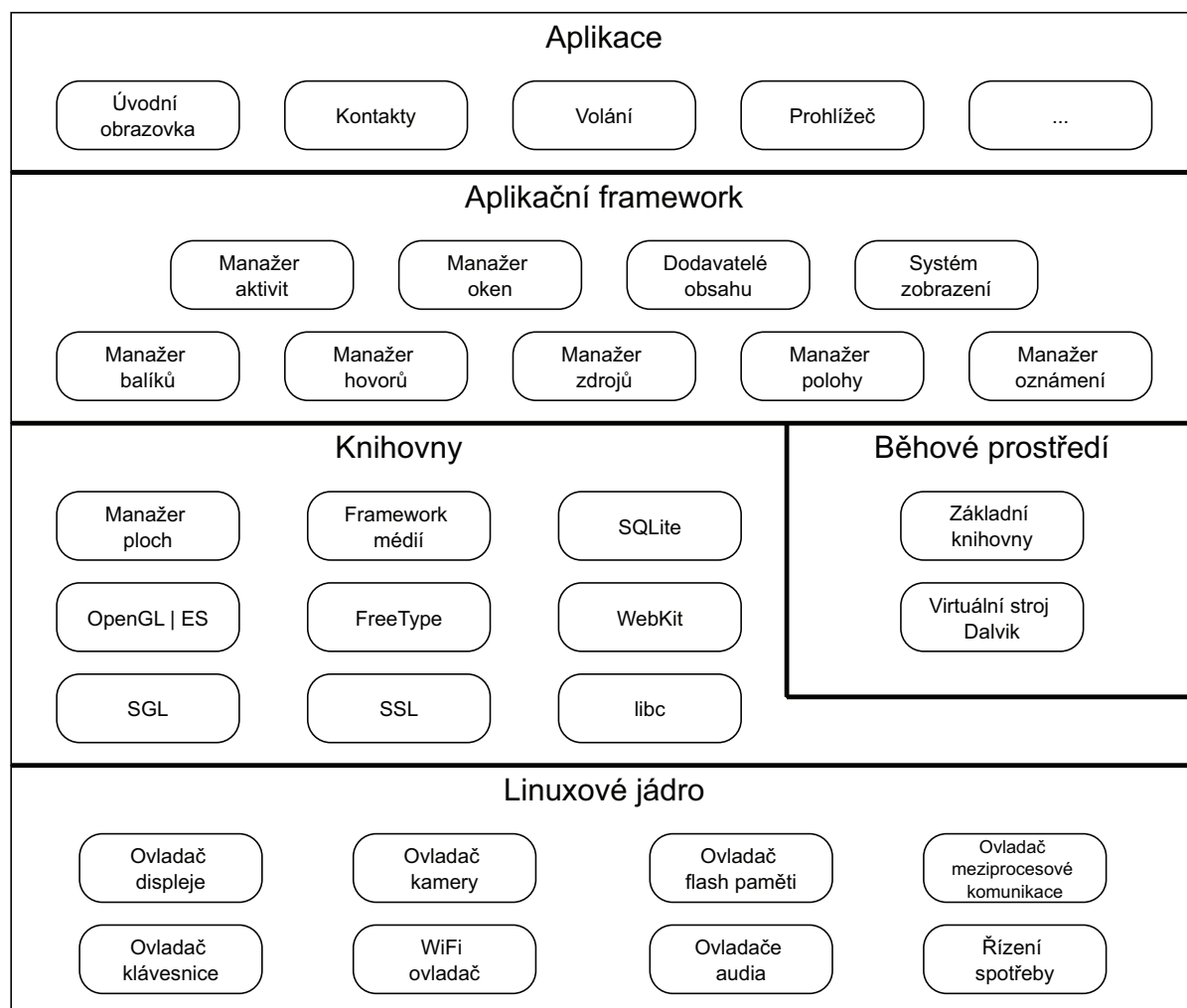
Obrázek 2.2: Podíl používaných verzí systému Android [14].

Verze	Kódové jméno	API	Podíl
1.6	Donut	4	0,1 %
2.1	Eclair	7	1,7 %
2.2	Froyo	8	3,7 %
2.3 - 2.3.2	Gingerbread	9	0,1 %
2.3.3 - 2.3.7		10	38,4 %
3.2	Honeycomb	13	0,1 %
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	27,5 %
4.1.x	Jelly Bean	16	26,1 %
4.2.x		17	2,3 %

Tabulka 2.1: Podíl používaných verzí systému Android a verze jejich API [14].

2.1.4 Architektura

Na obrázku 2.3 lze vidět, že architektura systému Android je složena z pěti vrstev. Jednotlivé vrstvy slouží k různým účelům a jsou popsány dále.



Obrázek 2.3: Vrstvy architektury systému Android [12].

Linuxové jádro

Nejnižší vrstva architektury je založena na linuxovém monolitickém jádru. Jádra využívá pro systémové služby, jako jsou zabezpečení, správa paměti, procesů a sítě, a používá také jeho vestavěné ovladače. Tato vrstva vytváří abstrakci hardwaru zařízení pro vyšší softwarové vrstvy systému [12].

Knihovny

Různé komponenty systému využívají řadu C/C++ knihoven, které systém obsahuje. Jsou to například:

- **Systémová knihovna jazyka C:** Implementace standardní systémové knihovny jazyka C odvozená od její BSD⁶ verze a vyladěná pro vestavěná zařízení.
- **Knihovny médií:** Knihovny pro přehrávání a záznam mnoha audio a video formátů, včetně obrázků.
- **Manažer plochy:** Spravuje přístup k subsystému zobrazení a zajišťuje jeho plynulé sestavení z 2D a 3D grafických vrstev více aplikací.
- **LibWebCore:** Moderní knihovna pro zobrazování webových stránek.
- **SGL:** Knihovna základního 2D zobrazení.
- **3D knihovny:** Implementace OpenGL ES⁷ API pro vykreslování 3D hardwarově nebo softwarově akcelerované grafiky.
- **FreeType:** Zobrazení rastrových a vektorových fontů.
- **SQLite:** Odlehčená, ale výkonná knihovna relační databáze.

Funkce knihoven jsou k dispozici vývojářům přes aplikační framework⁸ [12].

Běhové prostředí

Tato vrstva obsahuje základní knihovny jazyka Java a virtuální stroj Dalvik.

Každá aplikace běží ve svém vlastním procesu s vlastní instancí virtuálního stroje Dalvik, který byl vytvořen pro efektivní běh více aplikací současně. Dalvik vykonává programy v .dex formátu, optimalizované na minimální paměťové nároky. Tento registrově orientovaný virtuální stroj spouští třídy jazyka Java překompilované přiloženým nástrojem z byte kódu do .dex formátu.

Virtuální stroj Dalvik využívá systémové jádro ke správě běžících vláken a pro nízkovýšňový přístup do paměti [12].

Aplikační framework

Poskytnutí otevřené vyvojářské platformy Android dává vývojářům možnost vytvářet rozmanité a inovativní aplikace. Lze libovolně využít přednosti hardwaru zařízení, přistupovat k informacím o umístění, nechat běžet služby na pozadí, nastavovat upomínky a výstrahy do stavové lišty a ještě mnohem více.

Vytvořené aplikace mohou plně přistupovat k prostředkům stejně jako aplikace systémové. Architektura aplikací byla navržena pro jednoduché znovupoužití existujících komponent, které může dát k dispozici ostatním aplikacím a stejně tak může využívat komponenty jiných aplikací (v závislosti na uplatněných bezpečnostních omezeních). Jednotlivé komponenty mohou být nahrazeny i uživatelem.

Základem pro všechny aplikace je řada služeb a systémů:

⁶Zkratka anglického Berkeley Software Distribution pro odvozeninu systému Unix, šířeného Kalifornskou univerzitou v Berkeley.

⁷Zkratka z anglického Open Graphics Library for Embedded Systems. OpenGL je 3D grafický jazyk nezávislý na platformě a hardwaru, který tento jazyk podporuje [6]. OpenGL ES verze je určena pro vestavěné systémy. <<http://www.opengl.org/>>.

⁸Framework je softwarová struktura sloužící jako podpora při programování, vývoji a organizaci jiných softwarových projektů. Může obsahovat podpůrné programy, API, podporu pro návrhové vzory nebo doporučené postupy při vývoji.

- Rozmanitá rozšiřitelná sada pohledů zahrnující seznamy, mřížky, textová pole, tlačítka a vložené webové prohlížeče.
- Poskytovatelé obsahu umožňující přístup k datům ostatních aplikací a sdílení dat vlastních.
- Správce zdrojů poskytující přístup k neprogramovým prostředkům, např. lokalizovaným řetězcům, grafice nebo souborům vzhledu.
- Správce oznámení pro přístup aplikací k zobrazení výstrah ve stavové liště.
- Správce aktivit, který řídí životní cyklus aplikací [12].

Aplikace

Nejvyšší vrstva zahrnuje uživatelské aplikace. Už v základu jich systém několik obsahuje, např. e-mailového klienta, kalendář, webový a mapový prohlížeč, správce kontaktů. Doinstalovat však lze mnoho dalších aplikací přímo z Google Play⁹ nebo přidat i aplikace třetích stran. Veškeré aplikace jsou psány v programovacím jazyce Java [12].

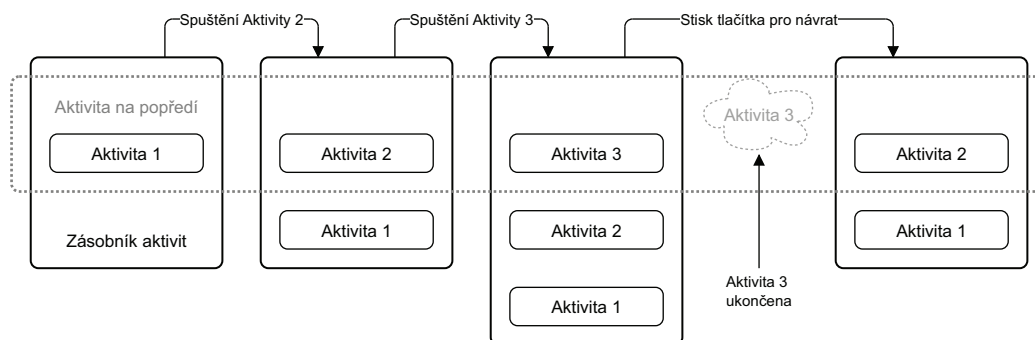
2.1.5 Komponenty aplikace a jejich životní cykly

V systému Android existují 4 základní stavební prvky aplikací, které reprezentují uživatelské rozhraní, služby běžící na pozadí, rozhraní pro přístup k datům nebo pro příjem oznámení.

Aktivity

Tyto komponenty poskytují obrazovky uživatelského rozhraní pro interakci s uživatelem. Každá aktivita má své vlastní okno, které zpravidla vyplňuje celý displej, ale může být i menšího rozměru a zobrazovat se nad ostatními okny.

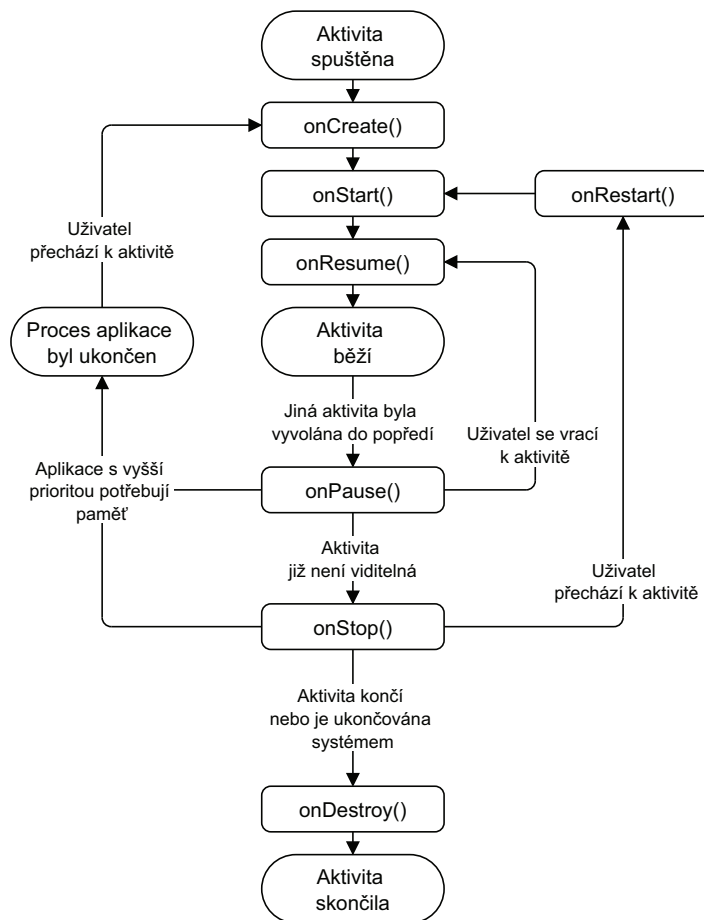
Aplikace se obvykle skládá z několika vzájemně provázaných aktivit. Většinou je jedna hlavní, zobrazí se při spuštění aplikace, a lze z ní přistupovat a spouštět aktivity další. Vždy, když je aktivita spuštěna, předchozí aktivitu systém pozastaví, ale zachová ji v zásobníku. Nově spuštěná aktivita je uložena na vrchol zásobníku a zabírá si obrazovku k interakci s uživatelem. Při stisku tlačítka pro návrat uživatelem se odebere aktivita z vrcholu zásobníku, zanikne a obnoví se aktivita předchozí. Tento princip je zobrazen na diagramu 2.4.



Obrázek 2.4: Princip zásobníku aktivit v systému Android [18].

⁹Google Play je online distribuční služba poskytující digitální obsah Android zařízením, <<https://play.google.com/>>.

Všechny aktivity obsahují několik funkcí, které jsou spouštěny při změně jejich stavu. Pokud je aktivita pozastavena, může například uvolnit některé zdroje nebo velké objekty a po jejím obnovení si tyto prostředky opět zabrat. Systém má také možnost aktivitu ukončit, pokud není dostatek paměti pro aplikaci vyšší priority. Životní cyklus aktivit zobrazuje diagram 2.5 [11][21].



Obrázek 2.5: Životní cyklus aktivit v systému Android [11].

Služby

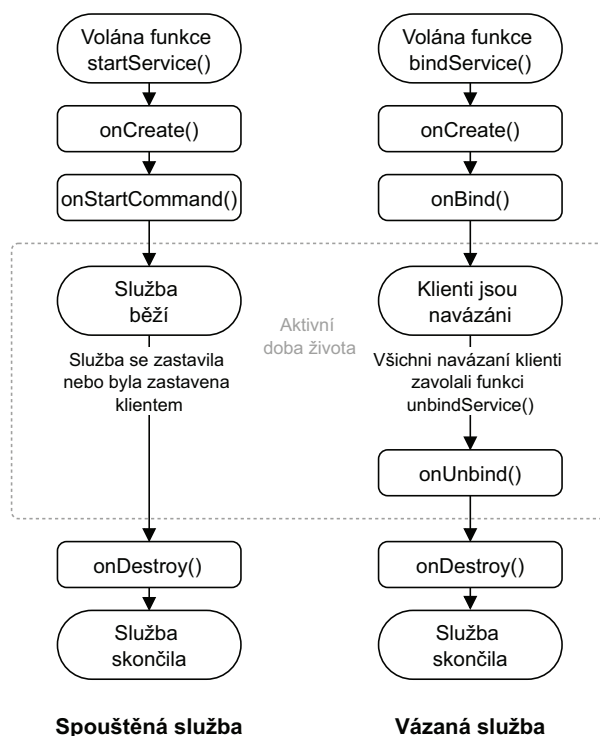
Komponenty služeb mohou provádět dlouhodobější operace na pozadí systému a nedisponují žádným uživatelským rozhraním. Služba může být spuštěna aplikací a běžet dále, i když uživatel začne používat aplikaci jinou. Navíc, pokud služba běží, může ji začít využívat jiná komponenta a tím provádět meziprocenší komunikaci. Klasickým příkladem takové služby je přehrávání hudby.

Existují dva druhy služeb:

- **Spouštěná služba:** Taková služba běží neomezenou dobu, i když komponenta, která ji spustila, byla ukončena. Zpravidla provede jednu operaci, ale její výsledek neposkytuje svému rodiči. Po dokončení operace se služba sama ukončí, může však být ukončena jinou komponentou.

- **Vázaná služba:** Služba vázaná poskytuje dalším komponentám, které se na ni naváží, rozhraní modelu klient-server a komunikují mezi sebou pomocí dotazů a odpovědí. Komunikace může probíhat i mezi různými procesy dalších aplikací. Tento typ služby zaniká v okamžiku, kdy na ni není navázána žádná komponenta.

Lze vytvořit službu, která bude spouštěná i vázaná zároveň. Kterákoliv služba může být deklarována jako privátní a nebude tak k dispozici ostatním aplikacím. Životní cyklus služeb znázorňuje diagram 2.6 [17][21].



Obrázek 2.6: Životní cyklus služeb v systému Android [17].

Dodavatelé obsahu

Jedná se o správce přístupu k strukturované množině dat a poskytují mechanismy k jejich zabezpečení. Data mohou být uložena v souborech, SQLite databázi nebo dostupné na internetu. Pro interakci s dodavateli obsahu je k dispozici relativně jednoduché rozhraní [13][21].

Záměry

Pro oznamování různých událostí, které mohou v systému nastat, slouží záměry. Jsou to systémové zprávy, upozorňující například na změny hardwarové konfigurace, příchod dat (např. SMS, MMS) nebo oznamují události vyvolané aplikacemi. Na jednotlivé záměry lze nejen reagovat, ale i vytvářet vlastní záměry pro spouštění aktivit nebo pro detekci specifických situací [15][21].

2.1.6 Licence

Preferovanou licencí pro open source projekt Android je Apache Software Licence 2.0¹⁰ a většina Android softwaru je dostupná pod touto licencí. I když bude projekt usilovat o dodržování licence, mohou se vyskytnout výjimky, které bude řešit případ od případu. Příkladem takové výjimky jsou opravy linuxového jádra šířené pod licencí GPLv2¹¹ [16].

2.2 Systém GPS

Global Positioning System, GPS¹², je vesmírný satelitní navigační systém poskytující informaci o času a pozici kdekoli na Zemi nebo v její blízkosti. Funguje za všech povětrnostních podmínek, pokud má zařízení přijímající signál přímou viditelnost alespoň na 4 satelity. Jeho funkce jsou důležité pro vojenské, civilní a komerční uživatele po celém světě. Vlastní ho a udržuje vláda Spojených států amerických. Může jej využívat kdokoli s GPS přijímačem [8][23][29].

2.2.1 Historie

Systém je částečně založen na podobných pozemních rádiových navigacích používaných za 2. světové války. Projekt GPS byl vytvořen Ministerstvem obrany Spojených států amerických v roce 1973, který počítal s 18 satelity, aby překonal omezení předchozích systémů. V roce 1979 ho kvůli nedostačujícímu počtu rozšířili na 24 satelitů a stal se plně dostupným 17. ledna 1994. V současnosti má systém až 32 aktivních satelitů. Plánuje se nahrazení všech dnes sloužících satelitů za 36 úplně nových [8][23].

2.2.2 Segmenty systému

Aktuální GPS systém se skládá ze tří hlavních částí [23].

Kosmický segment

Tento segment zahrnuje satelity systému, které obíhají ve výšce 20 200 km nad povrchem Země. Původní návrh měl 24 satelitů, rozdělených pravidelně po 8 na třech přibližně kruhových drahách, ale byl změněn na šest drah po 4 satelitech pravidelně. Dnes obíhají na šesti drahách rozmístěné po 5-6 nepravidelně. Dráhy mají sklon 55° a jsou vzájemně posunuty o 60° . Na střední oběžné dráze¹³ se pohybují rychlostí 3,8 km/s, doba oběhu kolem Země je 11 hodin a 58 minut (polovina siderického dne¹⁴).

Každý satelit má několik klíčových částí:

- 3-4 velmi přesné (10^{-13} s) atomové hodiny¹⁵ s rubidiovým, dříve také cesiovým, oscilátorem,

¹⁰Plný text Apache Software Licence 2.0 je dostupný na <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>.

¹¹Znění licence GPLv2 viz <http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/COPYING>.

¹²<http://www.gps.gov/>.

¹³Střední oběžná dráha se nachází ve výšce zhruba 10-25 tisíc kilometrů nad Zemí [8].

¹⁴Siderický den trvá 23 hodin 56 minut a 4,1 sekundy, užívá se v astronomii k popisu zdánlivého pohybu hvězd po obloze, který je způsoben otáčením Země kolem její osy. Liší se od běžně používaného slunečního dne, který hodnotami od 0 do 24 hodin popisuje rotaci Země vůči Slunci [8].

¹⁵Popis atomových hodin viz <http://home.zcu.cz/~poupa/ptb.html>.

- 12 antén RHCP¹⁶ pro vysílání rádiových kódů v pásmu L¹⁷,
- antény pro komunikaci s pozemními kontrolními stanicemi v pásmu S¹⁸,
- antény pro vzájemnou komunikaci satelitů v pásmu UHF¹⁹,
- optické, rentgenové a pulzní-elektromagnetické senzory pro detekci startů balistických raket a jaderných výbuchů,
- solární panely a baterie jako zdroj energie [8].

Satelity jsou několikrát do roka, obvykle plánovaně, odstaveny pro údržbu atomových hodin a korekci dráhy satelitu. Údržba trvá přibližně 12-24 hodin. Průměrná životnost satelitu je asi 10 let, obměna kosmického segmentu trvá přibližně 20 let.

Pro popis kosmického segmentu jsou definovány dva stavy implementace:

- **Plná operační schopnost:** Nejméně 24 plně funkčních satelitů podporujících novou technologii.
- **Částečná operační schopnost:** Nejméně 18 plně funkčních satelitů podporujících novou technologii [8][23][29].

Řídicí a kontrolní segment

Tento segment obsahuje několik částí:

- **Velitelství:** Navstar Headquarters je na letecké základně v Los Angeles v Kalifornii, USA.
- **Řídicí středisko:** Pouze jedno v celém systému (plus jedno záložní). Zpracovává signály z monitorovacích stanic, provádí modelování chování satelitů, určuje parametry oběžných drah a korekci hodin satelitů. Výsledky modelování předává povelovým stanicím. Sídli na Schrieverově letecké základně USAF²⁰ v Colorado Springs, USA.
- **Záložní řídicí středisko:** Nachází se na letecké základně Vandenberg v Merylandu, USA. Přebírá cvičně čtyřikrát do roka řízení systému, v nouzi je připraveno do 24 hodin.
- **Povelové stanice:** Zpravidla jsou totožné se stanicemi monitorovacími. Přenášejí nové parametry do satelitů a také slouží k jejich ovládání. Všechny sídlí na základnách USAF: Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island a případně na Mysu Canaveral.
- **Monitorovací stanice:** Jsou rozmístěny tak, aby umožňovaly stálé sledování co největšího počtu satelitů po co nejdelší dobu. Monitorují vysílané signály ze satelitů a přenášejí je do stanic řídicích. Nacházejí se na základnách USAF: Havaj, Colorado Springs, Mys Canaveral, Ascension Island, Diego Garcia a Kwajalein. Dalších deset monitorovacích stanic po světě spravuje NGA²¹.

¹⁶Zkratka anglického Right-Hand Circular Polarization, vektor intenzity elektrického pole vysílaného signálu se otáčí ve směru hodinových ručiček vzhledem k pozorovateli hledícímu proti směru šíření signálu [31].

¹⁷Pásmem L je označován kmitočtový rozsah 1-2 GHz [25].

¹⁸Pásmem S je označován kmitočtový rozsah 2-3 GHz [25].

¹⁹Anglická zkratka pro Ultra-High Frequency, kmitočtový rozsah 300 MHz až 3 GHz [7].

²⁰Zkratka pro United States Air Force, letectvo Spojených států amerických. Více informací viz <http://www.airforce.com/>.

²¹Anglická zkratka pro National Geospatial-Intelligence Agency, více informací viz <http://www.nga.mil/>.

Výsledek monitoringu je zveřejňován v navigační zprávě každého satelitu a platnost má řádově několik hodin. Zpráva nese následující informace:

- data pro model ionosférické refrakce²²,
- predikce dráhy satelitu, tzv. efemerid²³,
- korekce atomových hodin,
- přibližné pozice ostatních satelitů a jejich funkční stav.

Řídicí a kontrolní segment komunikuje také s uživateli prostřednictvím GPS NANU²⁴ zpráv, kde uveřejňuje plánované odstávky satelitů, jejich stažení a uvedení do provozu, nebo i zpětně informace o nefunkčním satelitu.

Pokud by došlo ke zničení pozemních vojenských stanic tohoto segmentu, přejdou satelity do režimu AUTONAV²⁵, ve kterém jsou schopny dále pracovat až 6 měsíců. V tomto režimu spolu satelity komunikují a porovnávají vzájemně mezi sebou své efemeridy a stav palubních hodin. Výsledky poskytují uživatelskému segmentu v navigační zprávě. Tento režim však nikdy nenastal, nejsou ani známy výsledky jeho případných testů [8][23][29].

Uživatelský segment

Uživatelé pomocí GPS přijímače přijímají signály z jednotlivých satelitů, které jsou právě nad obzorem. Na základě přijatých dat a předem definovaných parametrů přijímač vypočítá svou polohu, nadmořskou výšku a zobrazí přesný čas a datum. Přijímač je pasivní, komunikace probíhá pouze od satelitů k uživateli.

Přijímače můžeme rozdělit podle různých kritérií do několika skupin:

- **Přijímaná pásma:**

- jednofrekvenční,
- dvoufrekvenční,
- vícefrekvenční.

- **Počet kanálů:**

- jednokanálové (používané v raných fázích GPS),
- vícekanálové.

- **Princip výpočtu:**

- kódové,
- fázové a kódové.

²²Změna rychlosti šíření radiových vln při průchodu ionosférou. Ionosféra je ionizovaná vrstva zemské atmosféry [34].

²³Parametr oběžné dráhy satelitu a oprav chodu jeho hodin, který je proměnlivý v čase [34].

²⁴Zkratka anglického Notice Advisory to NAVSTAR Users, jsou to zprávy informující uživatele systému GPS o událostech v systému, které mohou ovlivnit přesnost výsledků měření [34]. Všechny jsou dostupné na <http://www.celstrak.com/GPS/NANU/>.

²⁵Z angličtiny zkratka pro Autonomous Navigation Mode.

Většina běžně dostupných přijímačů k amatérskému (tj. negeodetickému a nevojenskému) využití se vyrábí jako jednofrekvenční, vícekanálové a kódové. Jednoduchý přijímač se skládá z:

- antény,
- předzesilovače,
- procesoru,
- časové základny (často křemíkový krystal o přesnosti menší než 10^{-6} s),
- komunikačního rozhraní.

Uživatele využívající GPS služby můžeme rozdělit do dvou skupin:

- **Autorizovaní uživatelé:** Vojenský sektor USA a vybrané spojenecké armády využívající službu Precise Positioning Service mající k dispozici dekódovací klíč k $P(Y)^{26}$ kódu na frekvencích L1²⁷ a L2²⁸. Tato skupina uživatelů má zaručenou vyšší přesnost určení polohy, kterou uplatňují především v aplikacích:
 - podpora velení a vojáků v poli,
 - doprava,
 - navádění zbraňových systémů,
 - vojenská geodézie a mapování,
 - přesný čas (méně než 10^{-7} s).
- **Ostatní uživatelé:** Hlavně civilní sektor, uživatelé mohou využívat Standard Positioning Service a mají k dispozici C/A kód na frekvenci L1. Přijímače vyrobené v USA nesmějí být exportovány, pokud nemají nastavená omezení výšky do 18 km a rychlosti do 515 m/s. Limity vychází z prevence možného zneužití jako systému orientace v prostoru ve zbraních obdobných balistickým raketám nebo střelám s plochou dráhou letu. Typické využití:
 - pozemní doprava, letectví, námořnictvo, kosmické lety,
 - geologie a geofyzika,
 - geodézie a geografické informační systémy,
 - archeologie,
 - lesnictví a zemědělství,
 - turistika a zábava,
 - přesný čas (méně než 10^{-6} s) [8][23][29].

²⁶ $P(Y)$ je šifrovaný vojenský kód [8].

²⁷Frekvence L1 je 1 575,42 MHz, vysílá se na ní C/A kód pro civilní uživatele a $P(Y)$ kód [8].

²⁸Frekvence L2 je 1 227,62 MHz, je na ní vysílán pouze $P(Y)$ kód [8].

2.2.3 Určení polohy

Pro charakteristiku Země se jako vztažné těleso využívá geoid²⁹, který je ale pro matematický popis nevhodný. Proto používáme jeho aproximaci prvního stupně - kouli, nebo druhého stupně - elipsoid³⁰. Pro potřeby uživatelů GPS je nejčastěji užívaný světový geografický referenční systém WGS84³¹, který se skládá z:

- geodetického data,
- systému zeměpisných souřadnic (zeměpisná šířka a délka).

Pro výpočty se používá geocentrický³² referenční systém WGS84 se shodným datem, ale s kartézskými souřadnicemi v systému ECEF³³.

GPS čas je měřen na týdny s maximem 1 024, díky čemu dochází k jeho vynulování (naposledy 22. srpna 1999). Další časová značka je pořadí podrámce v navigační zprávě, který nabývá hodnot s maximem 100 800, dále slova podrámce a jeho datové bity, které mají délku 0,02 s. Poslední podrobný časový otisk je samotný kód. C/A kód rozděluje čas po bitech dlouhých přibližně 10^{-6} s a P kód přibližně na 10^{-7} s. Porovnáním vzestupných a sestupných hran PRN³⁴ kódů, modulovaných s frekvencí nosné vlny, může moderní elektrotechnika změřit rozdíl až na tisíce času bitu. Za předpokladu přesnosti 1 % bitu je to přibližně 10 ns pro C/A kód a 1 ns pro P(Y) kód. Protože se signál GPS šíří rychlostí blízkou rychlosti světla, blíží se krok měření při 1 % délky bitu řádově asi 3 metrům u C/A kódu, pro P(Y) zhruba 0,3 metru. Odeslaný signál má při přijetí zpoždění 67 ms (elevace³⁵ satelitu 90°) až 86 ms (elevace satelitu 0°) [8][29].

Přesnost výpočtu polohy přijímače podléhá vlivům, které vnáší do výpočtu chyby a jsou náhodné veličiny. Velikost chyby popisujeme statistickým parametrem efektivní hodnota chyby (RMS³⁶):

$$RMS = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{chyba^2}{n}} = E(X^2)$$

což je odmocnina z průměru druhé mocniny chyby [34].

²⁹Geoid je idealizovaný tvar Země, který splývá přibližně se střední hladinou moří [29]. Více viz <http://oceanservice.noaa.gov/facts/geoid.html>.

³⁰Elipsoid je matematicky definované rotační těleso. Bývá definován tak, aby jeho střed ležel ve středu Země a aby se co nejlépe přimykalo geoidu. Definice viz <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php?show=76&jazyk=cz>.

³¹Zkratka z angličtiny pro World Geodetic System 1984, je to souřadnicový systém, v němž je poloha definována geodetickou šířkou, geodetickou délkou a (v trojrozměrném případě) elipsoidickou výškou [34][29]. Více informací viz http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350_2.html.

³²Geocentrický znamená, že se vztahuje ke středu Země [34].

³³Zkratka anglického Earth-Centered, Earth-Fixed. Earth-Centered vyjadřuje, že bod (0, 0, 0) je ve středu Země. Earth-Fixed znamená, že se pozice souřadnic otáčí zároveň s otáčením Země kolem její osy, kde kladná část osy x míří k nultému poledníku, kladná část osy y je otočena o 90° od osy x východně a kladná část osy z míří do geografického Severního pólu. Celý tento systém je pravotočivý [8].

³⁴Z anglického Pseudo-Random Noise, pseudonáhodný šum. Signálový šum, který splňuje jeden nebo více ze standardních testů pro statistické náhodnosti [31][29].

³⁵Elevace je sklon vzhledem ke kolmici k zemskému povrchu.

³⁶Kvadratický průměr, anglicky Root Mean Square.

Příčiny ovlivňující přesnost výpočtu polohy kódového měření při $\text{GDOP}^{37}=1$ jsou shrnuty v tabulce 2.2.

Příčina	Velikost RMS
Efemeridy satelitů	$\pm 2,1$ m
Hodiny satelitu	$\pm 2,1$ m
Ionosférické refrakce	$\pm 4,0$ m
Troposférické refrakce	$\pm 0,7$ m
Vícecestné šíření signálu	$\pm 1,4$ m
Přijímač	$\pm 0,5$ m

Tabulka 2.2: Dílčí parametry RMS při $\text{GDOP}=1$ [35].

Asistované GPS

Po integraci přijímačů v mobilních telefonech vznikl zpětný a daleko rychlejší kanál díky mobilním datovým přenosům. Můžeme se s ním setkat pod zkratkami aGPS nebo A-GPS. Slouží k rychlejšímu počátečnímu určení polohy. Tento systém umožňuje sledování pohybu zařízení připojeného k internetu s GPS přijímačem téměř v reálném čase. Disponuje dvěma službami:

1. Získávání almanachu a dráhových efemeridů z internetu. Odpadá tak dlouhé odposlouchávání těchto informací ze signálů satelitů. Aktuálnost takových dat je běžně 7 dnů. Telefony s asistovaným GPS nabízí manuální stažení, nebo automatické po jejich vypršení.
2. Místo interního procesoru vypočítá polohu výkonný server, kterému telefon, nebo jiné zařízení, odešle nezpracovaná data. Toto se však v praxi moc nepoužívá. Na podobném principu pracují zařízení s nízkou spotřebou (fotoaparáty, tracklogery, ...), u kterých se jedná o tzv. off-line určení polohy. Pro výpočet je třeba výkonný a energeticky náročný procesor, proto zařízení pouze ukládají po velmi krátkou dobu získaná data ze signálů satelitů, a z nich se určí poloha až při připojení k počítači [19].

Hybridní navigační systémy

Tyto systémy se používají k určování polohy bez příjmu signálů ze satelitů GPS, nebo pro přibližné zjištění polohy, dokud není získána ze satelitů. Jejich největší výhodou je rychlost, řádově několik sekund [19].

Triangulace³⁸ GSM stanic

Triangulace využívá polohy základnových GSM stanic mobilních operátorů. Telefon je přihlášen vždy k jedné z nich, zná k ní přesnou vzdálenost a disponuje seznamem dalších

³⁷ Anglická zkratka pro Geometric Dilution Of Precision, česky parametr geometrické přesnosti, je bezrozměrný a udává vliv geometrie prostorového uspořádání satelitů a přijímače v konkrétní epoše na přesnost určení čtyřrozměrné polohy přijímače [34].

³⁸ Triangulace je způsob zjišťování souřadnic a vzdáleností trigonometrickým výpočtem. Při tomto výpočtu se sestaví pomyslný trojúhelník, jedna jeho strana je tvořena spojnicí dvou referenčních bodů a třetí bod je místo, jehož souřadnice zjišťujeme [10].

stanic v jeho dosahu. Pomocí těchto informací může aplikace v mobilním telefonu určit alespoň přibližnou polohu, kde se právě nachází. Tento systém může stejným způsobem využít i mobilní operátor, protože má k dispozici stejné informace [19].

Wi-Fi Position System

Existují databáze s pozicemi přístupových bodů a jejich fyzickými MAC³⁹ adresami, ze kterých lze, dotazem na lokaci právě dostupných sítí, získat také svou přibližnou polohu. Velkou nevýhodou tohoto systému určování polohy je snadná napadnutelnost instalací zařízení s pozměněnou fyzickou adresou, nebo chybovost v případě, kdy nejsou aktualizované pozice přemístěných přístupových bodů. Výhodou je opět rychlost určení polohy, ale navíc funkčnost v budovách.

Největší takovou databázi disponuje nejspíše společnost Skyhook⁴⁰ a v současné době obsahuje více než stovku milionů přístupových bodů. Tuto databázi mohou rozšiřovat, manuálně nebo automaticky pomocí aplikací, sami uživatelé přímým mapováním oblastí (při jízdě autem, na kole, pěšky, apod.) [19].

2.2.4 GPX soubory

GPS eXchange formát souborů je XML schéma, navržené jako hlavní datový formát pro aplikace využívající GPS, s příponou .gpx. První vydaná verze se objevila v roce 2002, poslední verze GPX 1.1 pochází z 9. srpna 2004. Za jeho používání se neplatí žádné licenční poplatky.

Do tagů se ukládají záznamy zeměpisné šířky a délky, nadmořské výšky a času. Tyto informace lze používat pro výměnu dat mezi GPS zařízeními a aplikacemi, například za účelem vizualizace a navrhování tras na mapových podkladech, anotace map nebo ukládání geolokačních záznamů v metadatech fotografií.

Zeměpisná šířka a délka je ukládána jako desetinné číslo ve stupních používající systém WGS84, nadmořská výška se ukládá v metrech. Čas a datum nejsou zaznamenávány v lokálních časových zónách, ale v UTC⁴¹ ve formátu dle standardizované normy ISO⁴² 8601⁴³.

GPX soubory mohou obsahovat popis:

- **Bodů:** Není mezi nimi určeno žádné pořadí, jedná se pouze o soubor souřadnic (např. navštívená města během dovolené).
- **Tras:** Seřazená množina souřadnic v určitém pořadí, která popisuje nějakou trasu tak, jak na sebe navazují. Může to být například zaznamenaná projitá turistická trasa, která obsahuje časové značky v jednotlivých bodech.
- **Cest:** Seřazený seznam význačných bodů vedoucích k nějakému cíli. Převážně naplánované cesty, které ještě nikdo neprojel, bez časových značek.

³⁹Z anglického Media Access Control, je to identifikátor síťového zařízení, který je přidělen při jeho výrobě, a měl by být celosvětově jedinečný [6].

⁴⁰ <<http://www.skyhookwireless.com/>>, tuto databázi využívá i Google Maps pro mobilní telefony.

⁴¹Zkratka anglického Coordinated Universal Time, v češtině koordinovaný světový čas [31].

⁴²Z anglického International Organization for Standardization, česky Mezinárodní organizace pro normalizaci, <<http://www.iso.org/>>.

⁴³Přesný popis obsahuje norma ISO 8601. Veřejně dostupný krátký popis je např. na <<http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-time.html>>.

Každý bod musí povinně obsahovat zeměpisnou šířku a délku, všechny ostatní hodnoty jsou nepovinné [9][29].

Příklad GPX souboru obsahujícího polohy vybraných fakult VUT:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx version="1.0">
  <metadata>
    <name>Vybrané fakulty VUT v~Brně</name>
  </metadata>
  <wpt lat="49.226197" lon="16.599726">
    <name>FIT</name>
  </wpt>
  <wpt lat="49.231460" lon="16.581365">
    <name>FCH</name>
  </wpt>
  <wpt lat="49.207163" lon="16.595075">
    <name>FAST</name>
  </wpt>
</gpx>
```

2.2.5 Ostatní navigační systémy

Kromě GPS existuje několik dalších navigačních systémů, které jsou spravovány jinými státy nebo institucemi.

GLONASS

Globální navigační satelitní systém⁴⁴ (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) vyvinutý v SSSR a provozovaný ruskou armádou. Jedná se o obdobu amerického GPS. Část služeb tohoto systému mohou také s omezenou přesností volně využívat civilní uživatelé. GLONASS je v současnosti jediný alternativní systém k GPS s globálním pokrytím a srovnatelnou přesností.

Vývoj započal roku 1970 vytvořením dokumentu Ministerstva obrany SSSR, Sovětské akademie věd a Sovětského námořnictva o vývoji jednotného systému pro navigaci na zemi, na vodě i ve vzduchu, který byl v roce 1976 přijat. První testovací satelit vypustili 12. října 1982 a za ním následovalo vypuštění mnoha dalších. Systém byl kompletní roku 1995, ale postupně se dostal do úpadku. Během prezidentování Vladimira Putina došlo k obnovování systému, stal se hlavní vládní prioritou a byly na něj výrazně navýšeny finanční prostředky. V roce 2010 pokrýval 100 % ruského území a od října 2011 je opět plně globální. Projektován byl na 24 satelitů a u tohoto počtu stále zůstává [8][5][33][27] [29].

IRNSS

Indický regionální navigační satelitní systém (Indian Regional Navigational Satellite System) by měl být autonomní a pod plnou kontrolou indické vlády. Vytvírá ho organizace ISRO⁴⁵. Účelem pro vytvoření tohoto systému je fakt, že se nelze spolehnout na systém

⁴⁴ <<http://www.glonass-center.ru/>>.

⁴⁵ Zkratka anglického Indian Space Research Organisation, <<http://isro.org/>>.

GPS v nepřátelské situaci. Měl by poskytovat standardní službu pro civilní uživatele a šifrovanou pro oprávněné uživatele (armádu).

Plný rozsah systému je v plánu dokončit kolem roku 2014. Bude se skládat ze sedmi satelitů a bude podporován pozemním segmentem. Systém by měl dosahovat přesnosti 10 metrů na zemi a 20 metrů na moři. Konečné pokrytí je očekáváno v rozsahu 1 500 km v okruhu kolem Indie [26][24][4].

Galileo

Plánovaný evropský autonomní globální satelitní navigační systém. Bude se jednat o obdobu amerického systému GPS, ruského GLONASS a čínského systému Compass. Jeho výstavbu zajišťují státy Evropské unie prostřednictvím Evropské kosmické agentury⁴⁶ a dalších institucí.

Plány na výstavbu započaly již v roce 1999 a spuštění se mělo uskutečnit v roce 2008. Původně měl být tento projekt veřejný a financovaný soukromými investory, ti ale pro příliš velká rizika od tohoto modelu odstoupili. Evropská komise proto přišla s plánem hradit projekt z rozpočtu EU a spuštění se posunulo na rok 2012. V Bruselu v roce 2004 založili administrativní centrum GSA⁴⁷ a v Německu v Oberpfaffenhofenu u Mnichova technologické centrum GCC⁴⁸. Později se rozhodlo o přesunutí GSA z Bruselu do Prahy, kde bylo nové sídlo v loňském roce uvedeno do provozu. Plně funkční systém má čítat 27 satelitů a další 3 budou záložní, celkem tedy 30 satelitů. Dokončení je předpokládáno na rok 2019.

Galileo by měl poskytovat 5 časových a polohových služeb:

- **Open Service (OS):** Volně dostupná služba ve dvou pásmech s přesností lepší než 4 metry horizontálně a 8 metrů vertikálně. Pokud bude použito jen jedno pásmo, přesnost se sníží na 15 metrů horizontálně a 35 metrů vertikálně. Na základě dohody o kompatibilitě s GPS budou nové přijímače využívat oba systémy současně.
- **Commercial Service (CS):** Přesnost lepší než předchozí služba, ale bude placená a šifrovaná.
- **Safety of Life Service (SOL):** Šifrovaná služba s důrazem na integritu a bezpečnost (např. řízení letového provozu).
- **Search and Rescue (SAR):** Služba nouzové lokalizace v rámci globální satelitní záchranné služby COSPAS/SARSAT⁴⁹, která bude disponovat oboustrannou komunikací.
- **Public Regulated Service (PRS):** Šifrovaná služba, přístup k ní bude kontrolován a bude mít dlouhodobou podporu (armády, bezpečnostní složky států) [4][8][1][29].

Beidou

Byl to regionální čínský autonomní satelitní navigační systém⁵⁰, projekt Čínské lidové republiky. Jeho služby byly dostupné pouze v Číně a přilehlých regionech.

⁴⁶ <<http://www.esa.int/>>.

⁴⁷ Zkratka pro Galileo Supervising Authority, <<http://www.gsa.europa.eu/>>.

⁴⁸ Zkratka pro Galileo Control Centre.

⁴⁹ Služba COSPAS/SARSAT vznikla v roce 1979, jedná se o detekční a informační distribuční systém, který vyhledává a lokalizuje nouzové signály vyslané z nouzových záchranných majáků letadel, lodí a osobních nouzových bójí. Více viz <<http://www.cospas-sarsat.org/>>.

⁵⁰ <<http://www.beidou.gov.cn/>>.

Tento systém spustili 30. října 2000. Byl složen ze čtyř geostacionárních⁵¹ satelitů (3 hlavní, 1 záložní) a byl testovacím systémem pro další rozšíření. Žádný z jeho satelitů již není použitelný. Nástupcem se stal systém Compass (Beidou-2)[3][28][8].

Compass (Beidou-2)

Nástupce předchozího testovacího systému Beidou. Oproti předchůdci by měl být plně globální a nabízet službu otevřenou (veřejnost), ale i omezenou (armádní účely), jako konkurenční systémy.

Své služby začal poskytovat v prosinci 2011 s 10 satelity na oběžné dráze. Od prosince 2012 nabízí jeho 14 satelitů dostupnost na západě Tichého oceánu a zahrnuje většinu východní a jihovýchodní Asie. Ve výstavbě dalšího rozšíření je od ledna 2013 a plně globálním by se měl stát po jeho dokončení v roce 2020. Bude sestávat celkem z 35 satelitů, 27 umístěných na střední oběžné dráze (stejně jako GPS nebo Galileo), 5 na geostacionární dráze a 3 na geosynchronní⁵² dráze. Přesnost pro civilní uživatele má být opět 10 metrů, pro vojenské účely však přesnější [20][28][3][8].

Jakmile budou dokončeny všechny plánované globální navigační satelitní systémy, uživatelé budou mít k užítku více než 75 satelitů pro výrazně lepší určení své polohy, zejména v tzv. městských kaňonech⁵³.

⁵¹Geostacionární satelit se pozorovateli na Zemi jeví jako nehybný [34].

⁵²Geosynchronní satelit obíhá kolem Země jeden siderický den, z pohledu pozorovatele na Zemi se objekt na této dráze vrací na jedno místo na obloze vždy ve stejný čas každý den [31].

⁵³Městský kaňon je artefakt městského prostředí podobný přírodnímu kaňonu, kde jsou ulice hustě zastavěné domy, především mrakodrapy.

Kapitola 3

Analýza požadavků

3.1 Existující systémy pro podporu cestování

Tripline¹

Tento server umožňuje vytvoření animované mapy s cestou uživatele. Do mapy lze vynášet jednotlivé body cesty, ke každému zaznamenanému bodu přidat popisek a přiložit fotografie z tohoto místa. Server poskytuje i možnost importu obsahu pro animaci ze sociální sítě Facebook, navštívených míst ze serveru Foursquare, popisků ze sítě Twitter, sdílených fotografií ze služby Instagram² nebo cestovního itineráře ze serveru TripIt³.

Tripline dává k dispozici uživatelům i mobilní aplikaci pro on-line vytvoření této mapy, ale pouze pro mobilní telefony iPhone⁴ od společnosti Apple. Uživatelé ostatních mobilních telefonů se musí spokojit s webovým rozhraním uzpůsobeným pro mobilní zařízení.

TripIt

Server TripIt uspořádá cestovní plán uživatele do cestovního itineráře, aby měl přístup ke všem detailům této cesty z jednoho místa. Stačí přeposlat e-maily s potvrzenými rezervacemi letů, hotelů, schůzek a s dalšími podobnými informacemi na centrální e-mail služby, ze kterého se roztřídí mezi registrované uživatele. Ze zaslaných informací se automaticky vytvoří plán cesty.

Za poplatek nabízí i rozšířenou službu k upozornění na změny v cestovním plánu nebo pro nabídku alternativních letů. Existuje ještě možnost skupinové verze této služby pro plánování itineráře týmů.

Tato služba má oproti předchozí službě mobilní aplikaci skoro pro všechny mobilní operační systémy, včetně Androidu.

OnTheRoad⁵

OnTheRoad je on-line cestovní deník a umožňuje naplánovat cestu uživatele na interaktivní mapě. Lze přidávat do cesty body, kde se uživatel hodlá zdržet a nabídne mu v okolí tohoto místa možnosti ubytování a zábavy. V interaktivní mapě může uživatel umisťovat pořízené

¹ <<http://tripline.net/>>.

² <<http://instagram.com/>>.

³ <<https://www.tripit.com/>>.

⁴ <<http://www.apple.com/iphone/>>.

⁵ <<http://www.ontheroad.to/>>.

forografie, videozáznamy a poznámky z cesty. Veškeré tyto záznamy v deníku se dají sdílet s přáteli, rodinou nebo celým světem a zveřejňovat na Facebooku nebo Twitteru.

Cestovní deník OnTheRoad má také vlastní mobilní aplikace, tentokrát pouze pro iPhone a Android.

TIXIK.cz⁶

Český cestovatelský portál TIXIK.cz umožňuje vyhledávání a rezervaci ubytování na plánované cestě uživatele. Kromě samotných ubytovacích zařízení obsahuje i seznam turistických zajímavostí z celého světa, které lze najít na satelitní mapě. Spojuje tedy možnost navštívit zajímavá turistická místa v okolí ubytování uživatele a naopak nabízí možnosti ubytování v blízkosti turisticky zajímavých míst. Využívá mapových podkladů společnosti Google i k vyhledání ostatních služeb.

Pro tento portál neexistuje žádná mobilní aplikace, uživatelé na něj mohou přistupovat pouze přes webové rozhraní.

⁶ <<http://www.tixik.cz/>>.

Kapitola 4

Specifikace požadavků

4.1 Funkce aplikace

V aplikaci bude nutné nastavit domovský stát cestovatele, podle kterého se budou odvíjet základní nastavení některých funkcí. Aplikace bude disponovat např.:

- sledováním polohy cestovatele a jejím záznamem (do GPX souborů),
- vyhledáváním služeb v okolí (hotely, bankomaty, restaurace, ...),
- konvertorem měn,
- jazykovým překladačem,
- funkcí záznamu cestovních výdajů,
- publikováním informací na sociální síť Facebook,
- možností nastavit omezení objemu přenášených dat aplikací,
- ...

Sledování aktuální polohy

Ukládání jednotlivých protnutých bodů po cestě s nastavením periody záznamu těchto bodů. Možnost manuálního záznamu aktuální lokace. Data budou ukládána do souboru ve formátu GPX pro snadné využití v dalších aplikacích (např. synchronizace umístění fotografií, vizualizace cesty v mapě).

Služby v okolí polohy

Pro hledání hotelů v okolí jsou dostupná některá API. Možnost vyhledání hotelů i v okolí jiného bodu na mapě (pokud se další den chystá cestovatel být úplně jinde). Vyhledání dalších služeb (bankomaty, čerpací stanice, restaurace, ...) v blízkosti popř. i jiného bodu.

Konvertor měn

Podle nastaveného domovského státu bude aplikace nabízet konverzi měn s měnami státu, ve kterém se právě nachází zařízení. Obě měny bude možné manuálně změnit pro případ chybného určení nebo pro konverzi jiných měn (např. pokud bude cestovatel chtít vědět kurz měny státu, do kterého se chystá další den).

Jazykový překladač

On-line překlad mezi jazykem nastaveného domovského státu a jazykem státu, ve kterém se právě nachází zařízení (volba směru překladu). Opět bude možné tyto jazyky změnit pro nesprávné rozpoznání nebo pro překlad z/do jiných jazyků.

Záznam výdajů cestovatele

Ukládání jednotlivých výdajů na cestě v různých kategoriích (strava, poplatky za dálnice, benzín, ...) se záznamem měny a převod do měny domovské. Možnost zobrazení výdajů za cestu/den/týden/... v jednotlivých kategoriích. Tyto záznamy budou ukládány v SQLite databázi aplikace.

Aplikace bude mít i funkci exportu celé databáze výdajů do některého ze standardních formátů dat (CSV/XML/SQL/...).

Publikování informací z cesty

V současnosti je populární sdílení informací mezi přáteli a známými na takzvaných sociálních sítích. Uživatelé zde můžou zveřejňovat textové příspěvky, fotografie, videosoubory, navštívená místa a další obsah. Aplikace by tedy měla obsahovat funkce pro sdílení tohoto obsahu na světově nejrozšířenější sociální síti Facebook.

Omezení objemu přenášených dat

Pro vysoké poplatky, nebo omezené objemy mobilních dat v zahraničí, bude vhodné omezit velikost přenášených dat do aplikace. Uživatel si může nastavit maximální objem dat, který aplikaci povolí přenášet. Aplikace bude průběžně počítat již přenesená data a zobrazovat informaci/varování o vyčerpaném limitu.

4.2 Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní aplikace je pro uživatele nejdůležitějším prvkem, musí být jednoduché, přehledné, intuitivní a logicky uspořádané. Špatně navržené ovládání funkcí může uživatele od používání aplikace odradit a nedoporučí ji ani svým přátelům nebo dalším uživatelům.

Aby aplikaci využívalo větší množství uživatelů, měla by mít k dispozici několik jazykových prostředí uživatelského rozhraní. Protože se jedná o český projekt, měla by obsahovat prostředí v češtině a pro ostatní uživatele ve světě bude vhodná minimálně angličtina (popř. přidání dalších světových jazyků).

Kapitola 5

Návrh aplikace

5.1 Funkce aplikace

Sledování polohy

Zjištění souřadnic polohy uživatele bude obstarávat hardware zařízení a polohové služby systému Android. Zeměpisnou šířku, délku, nadmořskou výšku a aktuální čas i datum bude mít uživatel možnost zobrazit přímo v aplikaci.

Získané souřadnice je potřeba zobrazit na vhodných mapových podkladech, aby uživatel věděl, kde se nachází a mohl se orientovat v neznámém prostředí. Pro tuto funkci dobře poslouží Google Maps Android API¹. Uživatel bude mít možnost změnit typ zobrazeného mapového podkladu.

Záznam trasy

Ukládání protnutých bodů trasy do souboru ve formátu GPX obstará naimplementovaná služba běžící na pozadí, která bude zaznamenávat GPS souřadnice, i když nebude zobrazena žádná aktivita aplikace. Uloženy budou informace o zeměpisné šířce, zeměpisné délce, datu a času. Pokud bude k dispozici, uloží se i nadmořská výška.

V menu této funkce uživatel zadá název trasy a může napsat i krátký komentář. Dále si uživatel zvolí interval záznamu souřadnic. Po spuštění bude mít možnost zastavit ukládání nebo stiskem tlačítka přidat aktuální polohu s názvem a komentářem.

Diagram nastavení této funkce je na obrázku 5.1.

Vyhledávání služeb v okolí

Pro vyhledání služeb v okolí uživatele je dostupné Google Places API², které umožňuje vyhledávání dle kategorií. Velkou databázi ubytovacích zařízení lze nalézt na portálech HotelsBase³, Expedia Travel⁴ a Booking.com⁵. Všechny tři portály umožňují přístup do jejich databází pomocí vlastních API. Tato rozhraní vrací výsledek v XML formátu, který se bude v aplikaci zpracovávat do tabulky pro zobrazení uživateli

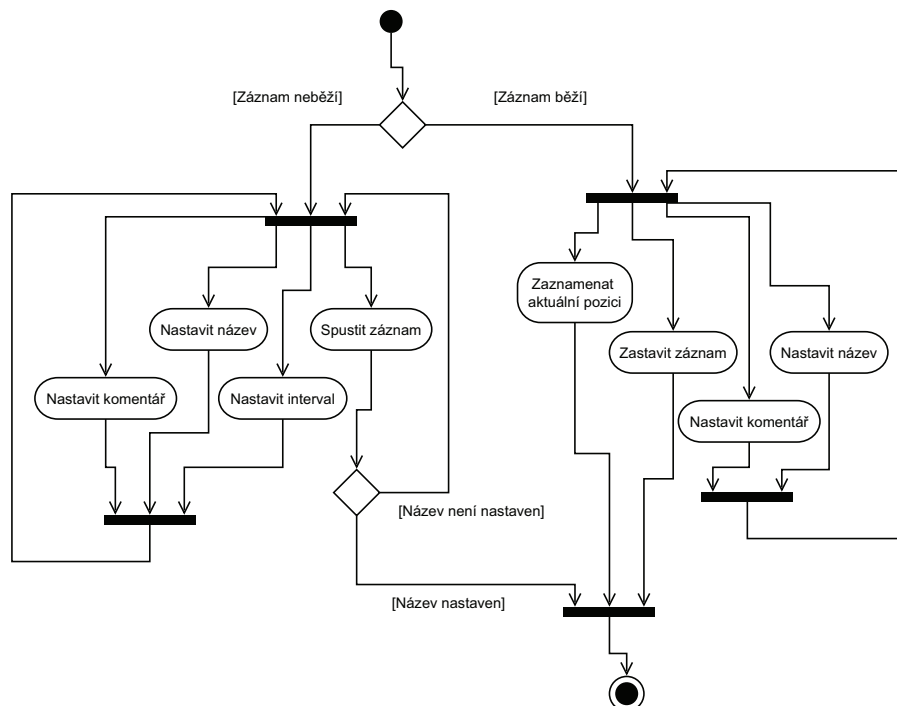
¹ <<https://developers.google.com/maps/documentation/android/>>.

² <<https://developers.google.com/places/>>.

³ <<http://www.hotelsbase.org/>>.

⁴ <<http://www.expedia.com/>>.

⁵ <<https://www.booking.com/>>.



Obrázek 5.1: Diagram nastavení záznamu trasy.

Uživatel si vybere druh požadované služby k vyhledání, nastaví okruh maximální vzdálenosti od své pozice a výsledek vyhledávání bude zobrazen v tabulce obsahující pouze základní informace. Při stisknutí řádku tabulky se zobrazí všechny dostupné informace o zvolené službě a možnost uložení informací o této službě do databáze zařízení.

Diagram nastavení vyhledávání je na obrázku 5.2, schéma tabulky ukládaných míst je na obrázku 5.3.

Konvertor měn

Společnost Google poskytovala také informace o devizovém trhu a umožňovala přístup k těmto datům přes Google Finance API⁶, ale tato služba již není v současnosti k dispozici.

Kurzy devizového trhu světových měn se dají získávat z mezinárodního obchodního systému Forex⁷, který dává k dispozici vlastní API. Využívat bezplatně tuto službu je bohužel možné pouze pro testovací účely.

Vhodnou alternativou pro tento účel může být velice jednoduché Yahoo! Finance API⁸, ke které lze přistupovat URL adresou. Výsledek dotazu je ve formátu CSV⁹ a bude zpracován aplikací.

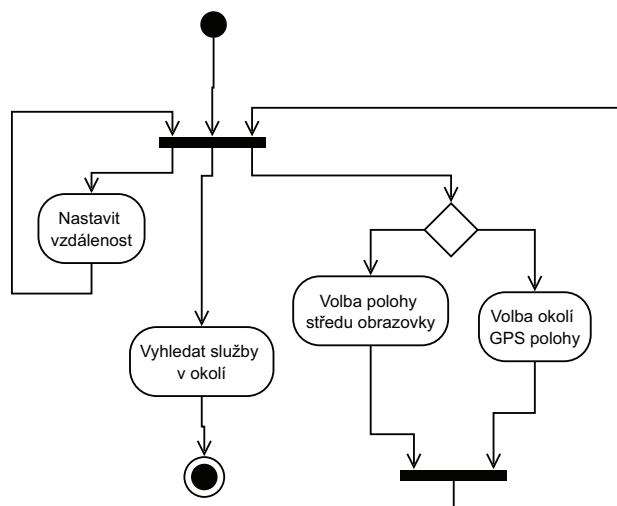
Při spuštění této funkce bude výchozí měna, ze které se převádí, nastavena na měnu zvolenou uživatelem jako jeho domácí. Pokud bude mít zařízení přístup k internetu, cílová měna se nastaveí na měnu státu, ve kterém se uživatel nachází, jinak bude cílová měna nastavena také na jeho domácí měnu.

⁶ <<https://developers.google.com/finance/>>.

⁷ <<http://www.forex.com/>>.

⁸ <<http://finance.yahoo.com/>>.

⁹ Z anglického comma-separated values, hodnoty oddělené čárkami.



Obrázek 5.2: Diagram nastavení vyhledávání služeb v okolí.

Místo
• ID_místo
• Typ
• Název
• Adresa
° Telefon
° Město
° Popis
° Počet_hvězd
° Hodnocení
• Zeměpisná_šířka
• Zeměpisná_délka
° Webová_adresa

Obrázek 5.3: Schéma tabulky v databázi pro ukládání míst.

Jazykový překladač

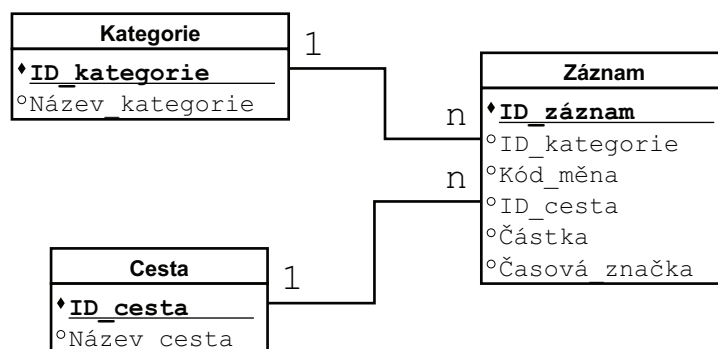
Překlad mezi dvěma jazyky umožňuje Google Translate API¹⁰. Bohužel je toto rozhraní již delší dobu dostupné pouze jako placená služba a bude nutné využít standardní webový přístup. K překladači uživatel přistoupí přímo přes prohlížeč v systému, nebo se bude výstup z webového rozhraní zpracovávat v aplikaci.

Před zobrazením překladače se z aktuálních zeměpisných souřadnic zjistí stát, ve kterém uživatel právě je, a podle tohoto státu se nastaví směr překladu domovský jazyk – jazyk zjištěného státu.

Záznam výdajů cestovatele

Zápisník vynaložených výdajů během cestování bude řešen vlastní implementací. Veškeré záznamy o výdajích se budou vkládat do tabulky v SQLite databázi uložené přímo v zařízení. Uložené výdaje lze zobrazit (včetně filtrování), upravit a mazat. Jednou z možností filtru zobrazení výdajů bude i převod částek všech vyhovujících záznamů do domácí měny a poslední řádek tabulky zobrazí sumu těchto částek.

Schéma tabulek databáze pro záznamy výdajů je na obrázku 5.4.



Obrázek 5.4: Schéma tabulek databáze pro výdaje.

Publikování informací z cesty

Sdílení elektronického obsahu na sociální síti Facebook je možné i přímo z mobilních zařízení s operačním systémem Android. Tato společnost dokonce poskytuje své vlastní SDK¹¹ pro vývojáře na platformě Android. Za pomoci tohoto prostředí lze publikovat příspěvky, fotografie a další druhy obsahu na profil uživatele.

Omezení objemu přenášených dat

Součástí aplikace bude nastavení pro průběžné sčítání přenesených dat aplikací z/do internetu. Tato služba zobrazí varování při blížícím se dosažení nastaveného datového limitu a pokud bude tento limit dosažen, zobrazí chybové hlášení s možností jeho navýšení. Když uživatel datový limit nenavýší, aplikace přestane komunikovat on-line, dokud nebude limit navýšen.

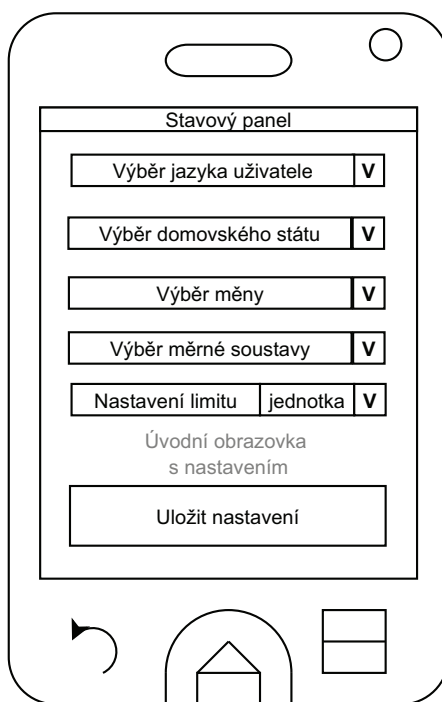
¹⁰ <<https://developers.google.com/translate/>>.

¹¹ <<http://developers.facebook.com/android/>>.

5.2 Uživatelské rozhraní

Obrazovky uživatelského rozhraní aplikace budou vyplňovat celý displej zařízení, viditelný zůstane pouze horní stavový panel, ve kterém je možné zjišťovat například stav služby určování polohy. Varování a další oznámení se budou zobrazovat pouze ve velikosti, jaká bude nutná pro plné zobrazení jejich zprávy a vykreslí se nad právě zobrazenou obrazovkou.

Při prvním spuštění aplikace se zobrazí úvodní obrazovka s nastavením 5.5, na které uživatel vybere svůj rodný jazyk, domovský stát, zvolí domovskou měnu, měrnou soustavu a nastaví datový limit. Toto nastavení se v zařízení uloží a při jejím dalším spuštění se již nezobrazí. Pokud bude uživatel chtít některé nastavení změnit, vyvolá úvodní obrazovku s nastavením z nabídky aplikace.



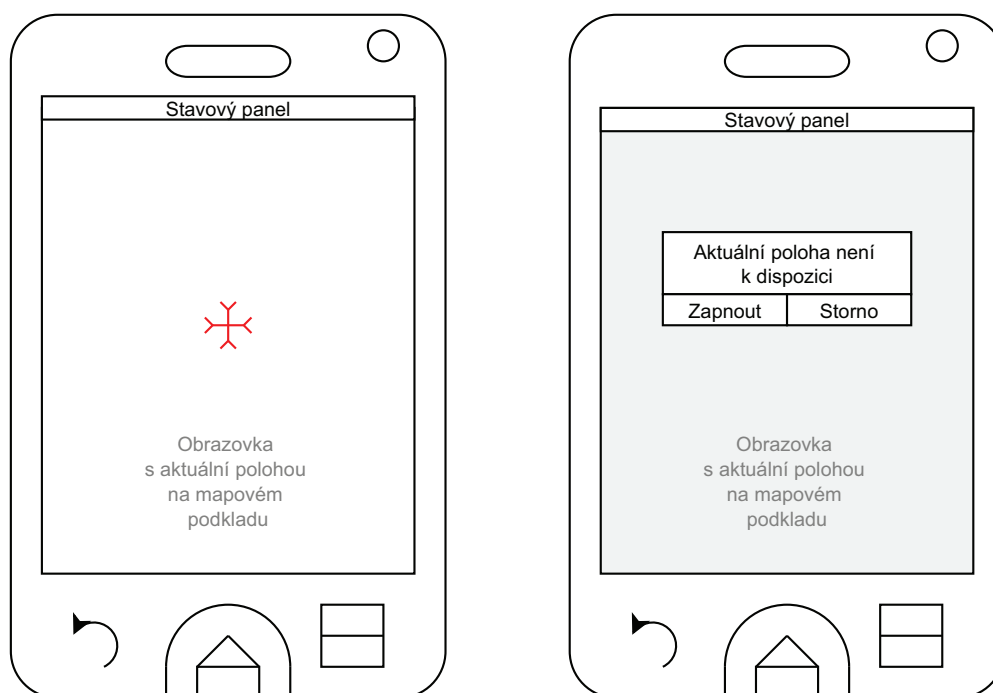
Obrázek 5.5: Úvodní obrazovka aplikace s nastavením.

Po uložení úvodního nastavení, nebo při spuštění již nastavené aplikace, se zobrazí obrazovka s mapou a její střed bude umístěn v aktuální poloze zařízení 5.6. Pokud nebude k dispozici aktuální poloha, vyvolá se oznámení s možností zapnutí služby zjišťování polohy (aktivování GPS modulu) 5.6.

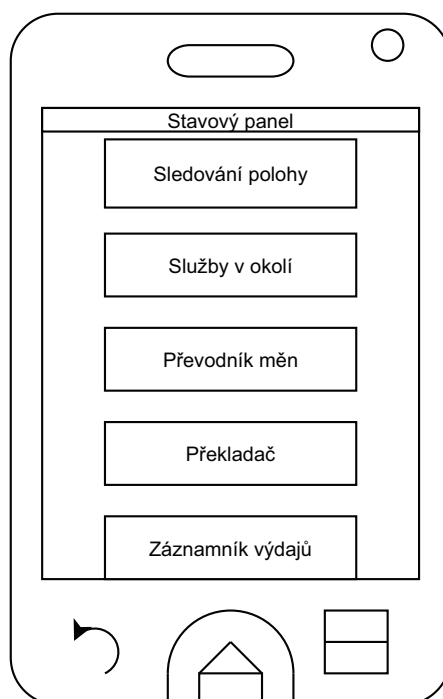
Všechny funkce aplikace budou dostupné z její hlavní nabídky 5.7, každá funkce bude mít vlastní obrazovku pro interakci s uživatelem. Pokud vyžaduje funkce nějaké nastavení, budou tyto možnosti součástí obrazovky.

Každá funkce aplikace bude mít minimálně jednu vlastní programovou třídu aktivity, která zajistí zobrazení jejího uživatelského rozhraní. Definice vzhledu jednotlivých obrazovek bude uloženo v samostatných souborech pro každou aktivitu.

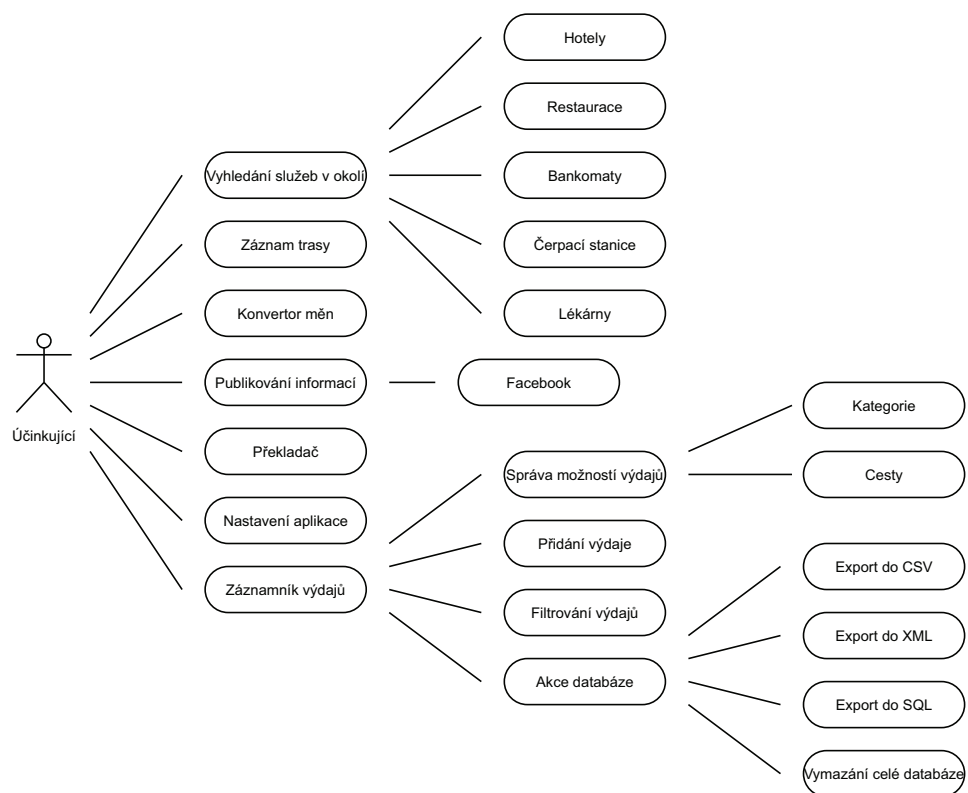
Schéma nabídek implementované aplikace je na obrázku 5.8.



Obrázek 5.6: Obrazovka s mapou a středem v aktuální poloze (vlevo) a oznámení pro zapnutí služeb zjišťování polohy (vpravo).



Obrázek 5.7: Menu funkcí aplikace.



Obrázek 5.8: Schéma nabídek aplikace.

Kapitola 6

Implementace

Aplikace je vytvořena v programovacím jazyce Java, využívá pro své funkce Android SDK a Facebook SDK. Minimální podporovanou verzí systému Android je 2.3.3 Gingerbread, API level 10, a podle tabulky 2.1 ji může využívat až 94,4 % uživatelů. Hlavními používanými zdroji informací jsou GPS poloha a přístup k Internetu, proto aplikace vyžaduje oprávnění ke zjištění stavu těchto zdrojů a přístupu k nim. Mapové podklady vyžadují také udělení oprávnění, stejně tak i zápis na externí úložiště dat (GPX záznamy a export databáze).

6.1 Zjišťování GPS pozice

Android zařízení obsahují službu pro získání aktuální pozice na Zemi. Využívají nejen vestavěný GPS modul, ale i dostupné WiFi sítě a informace z vysílačů mobilních operátorů nebo mobilních datových sítí.

Služba aktuální polohy

Pokud chce některá třída přistupovat k aktuální pozici, musí implementovat rozhraní `LocationListener` a z něj funkci `onLocationChanged`. Dále je třeba v této třídě získat instanci třídy `LocationManager` voláním funkce `getSystemService` s parametrem `Context.LOCATION_SERVICE`, který přísluší právě službě určování polohy. Aby byla třídě zasílána aktuální poloha, je nutné třídu zaregistrovat funkcí `requestLocationUpdates` získaného `LocationManager` objektu. Při této registraci je také specifikován minimální časový interval a minimální vzdálenost mezi aktualizacemi poloh. Odregistrování třídy se provede funkcí `removeUpdates` stejného objektu.

Funkci `onLocationChanged` se při každé změně polohy předává jediný parametr, objekt třídy `Location`, který obsahuje všechny momentálně dostupné informace o pozici. Tuto funkci implementuje pouze jediná aktivita, hlavní třída `StartActivity` aplikace, a přes její statickou proměnnou `location` přistupují k aktuální poloze ostatní třídy.

Data ze statické proměnné `location` používá:

- měření vzdálenosti vzdušnou čarou od aktuální polohy k poloze středu obrazovky s mapou,
- zobrazení informací o aktuální poloze,
- zjišťování adresy aktuální polohy,

- překladač pro identifikaci jazyka státu, ve které se zařízení nachází,
- hledání služeb v okolí aktuální pozice,
- konvertor měn pro zjištění měny státu, ve které se zařízení nachází.

Zvolením statické proměnné pro ukládání nejnovější polohy se omezilo registrování a odregistrování každé nově spuštěné aktivity pro její příjem, popř. složité předávání přes argumenty funkcí. Tyto aktivity mají většinou velmi krátkou dobu života a nepotřebují stále získávat nejnovější polohu, vystačí si s jednorázovým zjištěním při jejich spuštění.

Registraci s využitím funkce `requestLocationUpdates` provádí navíc třída `TrackService`, která je jedinou službou v aplikaci. `TrackService` zaznamenává body trasy do GPX souborů a běží na pozadí systému, i když hlavní aktivita není spuštěná.

Třída `GoogleMap`

Získání pozice středu obrazovky z mapového podkladu hlavní aktivity lze provést voláním funkce `getCameraPosition` instance `map` třídy `GoogleMap`. Instance `map` je také statická a využívá se v případě hledání služeb v okolí středu obrazovky.

6.2 Získávání dat z Internetu

Úlohy získávání dat ze sítě jsou velmi časově náročné, proto není možné od Android API verze 11 provádět operace se sítí v hlavním procesu aplikace a je nutné využít jejich asynchronní provádění. Třída, která provádí asynchronní operaci, musí dědit z třídy `AsyncTask`. V aplikaci existují dvě takové třídy:

- **`ReverseGeocodingTask`:**
 - získává adresu místa ze zadané zeměpisné délky a šířky,
- **`NetworkTask`:**
 - zjišťuje stát podle aktuální polohy pro překladač,
 - získává data o službách v okolí aktuální polohy,
 - vyhledává aktuální kurzy měn konvertoru a přepočtu uložených výdajů,
 - zjišťuje měnu státu aktuální polohy pro uživatelské nastavení a konvertor měn.

Konstruktory těchto tříd dostávají jako parametr *callback* objekt. Spuštění asynchronního úkolu se provádí vytvořením instance třídy a následným voláním její funkce `execute`. Parametry `execute` se předávají do funkce `doInBackground`, ta provádí vlastní získávání dat ze sítě. Po dokončení těla `doInBackground` je spuštěna funkce `onPostExecute`, která předává výsledek operace jako parametr funkce `onTaskComplete` objektu *callback*.

Aktivity spouštějící asynchronní úlohy musí implementovat, k tomuto účelu vytvořený, interface `AsyncTaskCompleteListener` a jeho metodu `onTaskComplete` volanou při dokončení asynchronní úlohy.

Použité zdroje dat

Informace o nejbližších hotelích jsou získávány přes XML API databáze HotelsBase. Jako parametry pro získání dat se použijí zeměpisná šířka a délka zvolené polohy a maximální přímočará vzdálenost hotelu od této polohy. Vzdálenost očekává v mílech.

Hlavní výhodou HotelsBase API je přístup k databázi bez jakékoliv registrace, není omezen ani počet dotazů na databázi.

Příklad dotazu pro vyhledání hotelů v okruhu 10 mil od zadaných souřadnic: `<http://api.hotelsbase.org/search.php?longitude=16.6&latitude=49.2&distanceMax=10.0>`.

Další služby v okolí pozice vyhledává aplikace pomocí Google Places API, opět ve formátu XML. Oproti předchozímu zdroji dat obsahuje dotaz na tyto služby navíc parametr *types*, který určuje typ¹ vyhledávané služby. Do dotazu je třeba povinně přidat parametr *sensor*, jehož hodnota *true* značí použití souřadnic generovaných GPS modulem, naopak hodnota *false* použití ručně zadaných souřadnic. Parametr *radius* obsahu vzdálenost v metrech.

Google Places API vyžaduje aktivní Google účet, aktivování tohoto API v Google APIs Console² a vygenerování jedinečného přístupového klíče, který je také povinnou součástí každého dotazu. Zde je pro bezplatné použití limit 1 000 dotazů za den.

Příklad dotazu pro vyhledání restaurací v okruhu 100 m z ručně zadaných souřadnic: `<https://maps.googleapis.com/maps/api/place/nearbysearch/xml?key=API_KEY&location=49.2,16.6&radius=100&sensor=false&types=restaurant>`.

Zjištění státu podle aktuální polohy využívá volně dostupnou geografickou databázi GeoNames³, konkrétně její webovou službu CountryCode⁴. Ze zadaných zeměpisných souřadnic je v odpovědi vrácen dvoupísmenný mezinárodní kód státu.

Příklad dotazu na kód státu ze zadaných souřadnic: `<http://ws.geonames.org/countryCode?lat=49.2&lng=16.6>`.

Aktuální kurzy světových měn poskytuje aplikaci Yahoo Finance API. Parametr *s* obsahuje dvojici trojmístných mezinárodních kódů měn, v pořadí, v jakém je požadován kurz. Druhý parametr *f* určuje požadované informace⁵ vrácené v odpovědi. Odpověď je vrácena ve formátu CSV.

Příklad dotazu na kurz amerického dolaru k české koruně, požadovaná informace odpovědi je pouze desetinné číslo kurzu: `<finance.yahoo.com/d/quotes.csv?s=USDCZK=X&f=11>`.

6.3 Databáze

Aplikace ukládá perzistentní data uživatele v relačním databázovém systému SQLite. Pro získání objektu k přístupu do databáze slouží třída `SQLiteAdapter`, která je potomkem třídy `SQLiteOpenHelper`. Přepisuje její metodu `onCreate`, zajišťující vytvoření struktury databáze, a metodu `onUpgrade`, sloužící k aktualizování struktury databáze při změně.

Práci se záznamy v databázi obstarává třída `DataSource`. Obsahuje metody pro vytvoření, aktualizaci a vymazání jednotlivých záznamů v tabulce, metody vracející seznam

¹ `<https://developers.google.com/places/documentation/supported_types>`.

² `<https://code.google.com/apis/console/>`.

³ `<http://www.geonames.org/>`.

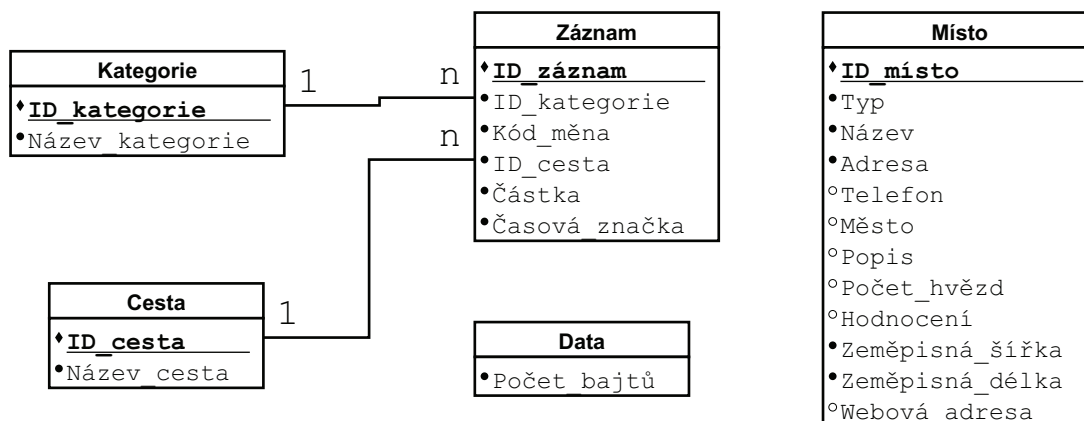
⁴ `<http://www.geonames.org/export/web-services.html#countrycode>`.

⁵ `<http://www.jarloo.com/yahoo_finance/>`.

všech záznamů tabulky a metody pro zjištění, zda již nově vytvářený záznam v dané tabulce existuje.

Třídy *Category*, *Journey*, *Record* a *Place* reprezentují jeden záznam k nim příslušné tabulky. Každá z těchto tříd implementuje metody pro získání hodnot jednotlivých sloupců záznamu a metody pro export celého záznamu do formátu XML, CVS a SQL. Tabulka *data*, uchovávající počty přenesených bajtů jednotlivých síťových přenosů, nemá vlastní třídu, obsahuje pouze jeden sloupec a je k ní přistupováno přímo pomocí dotazů.

Všechny tabulky jsou uloženy v jedné databázi nazvané *assistant*, její schéma je na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Schéma celé databáze *assistant*.

6.4 Uživatelské rozhraní

Rozložení jednotlivých obrazovek a dialogů aplikace je uloženo v samostatných souborech deklarovaných jazykem XML. Tímto způsobem umožňuje Android oddělit funkční logiku komponenty od jejího vzhledu.

Kompletně dynamicky vytvářené tabulkové náhledy mají v souboru s rozložením deklarovány jen nejvyšší neměnné prvky, do kterých vkládají další potřebné komponenty k zobrazení uživateli.

Kapitola 7

Testování

Jedním z důležitých aspektů při vývoji jakékoliv aplikace je její důkladné otestování. Testování uživatelského rozhraní probíhalo převážně v emulátoru, kde lze pohodlně měnit různé parametry emulovaného zařízení. Naopak funkčnost, především příjmu GPS signálu a zobrazení mapových podkladů, byla testována na reálných zařízeních, protože ji nelze emulovat z důvodu absence potřebných knihoven.

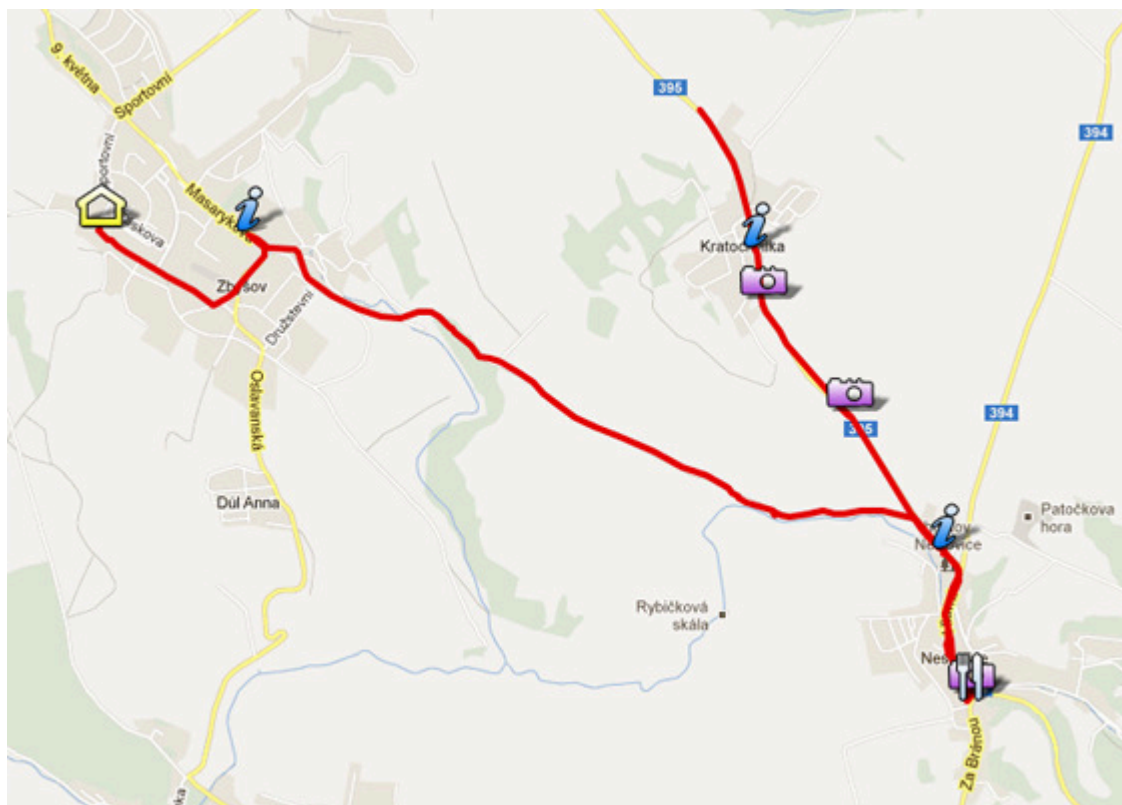
Testy probíhaly pod různými verzemi systému Android, byly vyzkoušeny emulované verze od 2.3.3 (API 10) až po 4.2.2 (API 17) a navíc s různými rozlišeními displeje. Jako reálná zařízení posloužila Sony Xperia U s Androidem 2.3.3 a rozlišením 480x854, dále SonyEricsson Xperia mini pro s Androidem 4.0.4 a s rozlišením 320x480 a HTC Sensation XE s rozlišením displeje 540x960.

Nejvíce testů proběhlo na chytrém mobilním telefonu SonyEricsson Xperia mini pro. Mnoho z testů bylo provedeno jako krátká vyjížďka na kole, motocyklu nebo v automobilu do blízkých i vzdálenějších míst v okolí. Několik testů probíhalo také při cestování městskou hromadnou dopravou z místa bydliště do zaměstnání či školy.

Za nejužitečnější by se dalo označit testování s připojeným mobilním telefonem k notebooku, kdy lze sledovat logovací výpisy a odhalit tak zdroje problémů, většinou vyvolaných výjimkami a vedoucí k ukončení aplikace, na úrovni řádků jednotlivých tříd projektu. Ostatní způsoby testování však byly také velice přínosné.

Zde je k nahlédnutí výstup testu provedeného při průjezdu krátké trasy mezi obcemi Zbýšov – Neslovice – Kratochvilka – Babice u Rosic – Zbýšov. Při tomto testu probíhalo zaznamenávání trasy s intervalem 4 s. Data z výsledného GPX souboru byla vynesena do Google mapy a lze ji vidět na obrázku 7.1.

Symbolem domečku je na mapě vyznačeno výjezdní místo trasy, symboly v podobě písmene *i* představují místa pokusu vyhledat služby v jeho okolí a symbol příboru označuje navštívenou restauraci, která byla vyhledána přes aplikaci. Poslední symbol fotoaparátu je značka pro pořízenou fotografii, která byla ihned publikována na sociální síť Facebook. Výsledky některých vyhledávání lze vidět na obrázcích 7.2, 7.3 a 7.4.



Obrázek 7.1: Trasa zaznamenaná aplikací při jednom z testů.

Název	Vzdálenost	Hvězdy	Hodnocení
Harmonie Centrum	2,800 km	***	-
Penzion Rozsochac	4,780 km	*	-
Hotel U Crlíku	6,341 km	***	-
Kobero Motel Ostrovacice	8,530 km	***	8,60
Název	Vzdálenost	Adresa	
Restaurace Pod Kostelem	129 m	Masarykova 6	
Restaurace Hornický Dům	180 m	Masarykova 22	
Retrokavárna Zbýšov	444 m	Masarykova 58	
restaurace C & W Saloon No. 1	784 m	Padělký 381	
Restaurace Kamenka	1,833 km	Zakřany 72	

Obrázek 7.2: Výsledky vyhledávání nejbližších hotelů (nahore) a restaurací (dole) v bodě se symbolem *i* v obci Zbýšov.

Název	Vzdálenost	Adresa	
Restaurace Dobrá chvíle	535 m	Hlavní 2, Neslovice	
Moterest Plocek	565 m	Neslovice 2	
Název	Vzdálenost	Hvězdy	Hodnocení
Hotel U Crlíku	3,251 km	***	-
Název	Vzdálenost	Adresa	
Mototes, s.r.o.	221 m	Slunečná 281	
Adosa A.s.	4,450 km	Zastávecká 1030	
Čerpací Stanice Petria	4,554 km	Zastávecká 1267	

Obrázek 7.3: Výsledky vyhledávání nejbližších restaurací (nahore), hotelů (uprostřed) a čerpacích stanic (dole) v bodě se symbolem *i* v obci Neslovice.

Název	Vzdálenost	Adresa
Rada Karel RNDr.	2,394 km	9. května
Lékárna Rosice	2,854 km	Palackého nám
Lékárna - Filipová Iva PharmDr.	3,403 km	Babická 5
Název	Vzdálenost	Adresa
Restaurace Pod Kostelem	1,923 km	Masaryko
Restaurace Dobrá chvíle	2,041 km	Hlavní 2, Ne
Motorest Plocek	2,094 km	Neslovi
Restaurace Hornický Dům	2,108 km	Masaryko
restaurace U Ševčíků	2,232 km	Palackého 30
Retrokavárna Zbýšov	2,323 km	Masaryko
restaurace C & W Saloon No. 1	2 464 km	Padělkv

Obrázek 7.4: Výsledky vyhledávání nejbližších lékáren (nahore) a restaurací (dole) v bodě se symbolem *i* v obci Kratochvilka.

Krátký úryvek ze zaznamenaného GPX souboru:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx version="1.0">
  <trk>
    <name>neslovice</name>
    <trkseg>
      <trkpt lat="49.15722786" lon="16.34190919" />
      <trkpt lat="49.15722787" lon="16.34190915" />
      <trkpt lat="49.15722791" lon="16.34189527" />
      <trkpt lat="49.1572287" lon="16.34188008" />
      .
      .
      .
      <trkpt lat="49.16078499" lon="16.37478101" />
      <trkpt lat="49.1609442" lon="16.37461664" />
      <trkpt lat="49.16120481" lon="16.37431641" />
      <trkpt lat="49.16137925" lon="16.37407004" />
    </trkseg>
  </trk>
</gpx>
```

Kapitola 8

Závěr

8.1 Zhodnocení výsledků

Sledování aktuální polohy

Přesnost určení zeměpisné polohy je závislá na kvalitě příjmu signálu z družic, ale také na použitém přijímači. Pokud má zařízení přímou viditelnost na oblohu, pohybuje se odchylka od správné polohy v řádech jednotek metrů. V městských zástavbách může ke zvýšení přesnosti přispět zapnutí síťového rozhraní WiFi, přes které systém zjišťuje polohy jednotlivých dostupných přístupových bodů. Některým lidem může postačovat i přibližná poloha, ze které se sami zorientují na zobrazené mapě.

Záznam bodů cesty

Záznam absolvované cesty by mohl sloužit hlavně turistům, kteří by tak mohli sledovat pokročené vzdálenosti na jejich trasách a nechat si vygenerovat například diagram překonaných převýšení. O tyto informace se pak mohou podělit prostřednictvím různých online nástrojů pro vizualizaci tras z GPX souborů.

Služby v okolí polohy

Vyhledávání služeb v nejbližším okolí a ukládání jejich pozic do databáze, bude pro většinu uživatelů této aplikace asi největším pomocníkem. Pokud někdo hodně cestuje a musí stále naslepo hledat požadované služby v okolí, umožní mu aplikace zobrazit přehledný výpis nejbližšího výskytu těchto služeb.

Konvertor měn

Hodně lidí při svých cestách se zajímá o to, jakou částku utratí v cizí měně při přepočtu na měnu vlastní. Funkce konvertoru měn by jim mohla neustálé přepočty kurzů usnadnit.

Jazykový překladač

Funkční částí pro překladač je v aplikaci, bohužel, pouze automatická detekce dvou jazyků, mezi kterými se bude provádět překlad. Samotný překlad je prováděn ve webovém rozhraní Google překladače.

Záznam výdajů cestovatele

Funkce záznamu výdajů je asi nejrozsáhlejší částí aplikace. Implementovaná funkcionality poskytuje dostatečné množství nastavení a možností pro ty, kteří mají potřebu evidovat své cestovní výdaje.

Publikování informací z cesty

Aplikace umožňuje zveřejnit zprávu, navštívené místo a sdílet fotografii na profilu uživatele sociální sítě Facebook. Všechny tři funkce fungují spolehlivě, ale problém může nastat například při nekvalitním připojení k internetu, kdy je příliš dlouhý čas odezvy serveru nebo je spojení přerušováno.

Omezení objemu přenášených dat

Funkcionality omezování přenášených dat není příliš přesná při nastavení velmi malých datových limitů v řádech jednotek či desítek kB. Aplikace dokáže sčítat pouze množství dat přenášené v těle aplikačních protokolů a nemá přístup k velikostem hlaviček protokolů nižších vrstev. Navíc zaznamená jen data příchozí, nikoliv odesílaná. Dalším nedostatkem je nemožnost kontrolovat datový provoz samotných Google map.

8.2 Přínos práce

Hlavním přínosem této práce pro mne bylo seznámení se s mobilním systémem Android, jeho SDK a pochopení návrhu a principu vývoje aplikací pro tuto, dnes velice rozšířenou, platformu. Dále jsem si osvojil práci s asynchronními úkoly, dlouzeběžícími službami spouštěnými na pozadí a s použitím databáze SQLite. Věřím, že nabyté zkušenosti velice dobře využiji v praxi.

8.3 Budoucnost projektu

Nejbližší budoucností projektu je jeho rozšíření o další vhodné funkce, které by mohl cestovatel při svých cestách ocenit a využít. Po tomto rozšíření a odladění funkčnosti je předpokládáno jeho obohacení o další jazykové prostředí a uvedení v online obchodu s aplikacemi Google Play, kde by ho vyzkoušelo mnoho uživatelů, kteří by mohly poskytnout užitečné rady a nápady pro jeho vylepšení.

Literatura

- [1] Agency, E. S. Galileo. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://www.esa.int/>](http://www.esa.int/)
- [2] Alliance, O. H. Press Releases. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: [<http://www.openhandsetalliance.com/press_releases.html>](http://www.openhandsetalliance.com/press_releases.html)
- [3] Beidou.gov.cn. BeiDou Navigation Satellite System. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://www.beidou.gov.cn/>](http://www.beidou.gov.cn/)
- [4] Bhaskaranarayana, A. Indian IRNSS and GAGAN. [online]. 2008-07-15 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://www.oosa.unvienna.org/pdf/icg/2008/expert/2-3.pdf>](http://www.oosa.unvienna.org/pdf/icg/2008/expert/2-3.pdf)
- [5] Centre, I.-A. Information analytical centre of GLONASS and GPS controlling. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://www.glonass-center.ru/>](http://www.glonass-center.ru/)
- [6] Christensson, P. The Tech Terms Computer Dictionary. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: [<http://www.techterms.com/>](http://www.techterms.com/)
- [7] DIGIZONE. Slovníček pojmů - UHF (Ultra High Frequency). [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: [<http://www.digizone.cz/slovnicek/uhf/>](http://www.digizone.cz/slovnicek/uhf/)
- [8] Elliott D. KAPLAN, C. J. H. *Understanding GPS: principles and applications. 2. vydání.* Boston: Artech House, 2006, iISBN 15-805-3894-0.
- [9] Foster, D. GPX: the GPS Exchange Format. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://www.topografix.com/gpx.asp>](http://www.topografix.com/gpx.asp)
- [10] GEODIS. Triangulace. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: [<http://sluzby.geodis.cz/triangulace>](http://sluzby.geodis.cz/triangulace)
- [11] GOOGLE. Activities. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://developer.android.com/guide/components/activities.html>](http://developer.android.com/guide/components/activities.html)
- [12] GOOGLE. App Framework. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://developer.android.com/about/versions/index.html>](http://developer.android.com/about/versions/index.html)
- [13] GOOGLE. Content Providers. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [<http://developer.android.com/guide/topics/providers/content-providers.html>](http://developer.android.com/guide/topics/providers/content-providers.html)
- [14] GOOGLE. Dashboards. [online]. [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: [<http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>](http://developer.android.com/about/dashboards/index.html)

- [15] GOOGLE. Intents and Intent Filters. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/components/intents-filters.html>>
- [16] GOOGLE. Licenses. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://source.android.com/source/licenses.html>>
- [17] GOOGLE. Services. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/components/services.html>>
- [18] GOOGLE. Tasks and Back Stack. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/components/tasks-and-back-stack.html>>
- [19] Kuruc, J. Pořádek ve zkratkách: co znamená A-GPS? [online]. 2010-04-01 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/poradek-ve-zkratkach-co-znamen-a-gps/sc-265-a-1314495>>
- [20] Luo, M. COMPASS Satellite Navigation System Development. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <http://scpnt.stanford.edu/pnt/PNT08/Presentations/8_Cao-Jing-Luo_PNT_2008.pdf>
- [21] MURPHY, L. M. *Android 2: Průvodce programováním mobilních aplikací*. Computer Press, 2011, iSBN 978-80-251-3194-7.
- [22] NETAPPLICATIONS. Operating System Market Share. [online]. [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <<http://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1>>
- [23] Office, N. C. Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<http://www.gps.gov/>>
- [24] Organisation, I. S. R. Future Programme. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.isro.org/>>
- [25] PARABOLA. Kmitočtová pásma používaná v satelitní komunikaci. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<http://www.parabola.cz/abc/tabulka-kmitoctova-pasma/>>
- [26] Český kosmický portál. Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS). [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/indicky-irnss/>>
- [27] Český kosmický portál. Ruský globální družicový navigační systém GLONASS. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/rusky-ghonass/>>
- [28] Český kosmický portál. Čínský navigační systém Beidou / Compass. [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/cinsky-beidou---compass/>>
- [29] Radek Hojgr, J. S. *GPS: Praktická uživatelská příručka*. Brno: Computer Press, 2007, iSBN 978-80-251-1734-7.

- [30] SaabCarsOfficial. Saab IQon Infotainment System. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<https://www.youtube.com/watch?v=8B0d9oX1p4s>>
- [31] SYSTEM, N. C. Federal Standard 1037C: Glossary of Telecommunication Terms. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/fs-1037c.htm>>
- [32] Tomorrow, S. Samsung Electronics Official Global Blog. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<http://global.samsungtomorrow.com/>>
- [33] VNOUKOVA, N. Start of GLONASS. [online]. 2007-10 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <http://www.iss-reshetnev.com/images/File/magazin/2007/m2-screen_en.pdf>
- [34] VÚGTK. Slovník VÚGTK. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <<http://www.vugtk.cz/slovník/index.php>>
- [35] Wormley, S. GPS Errors & Estimating Your Receiver's Accuracy. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://edu-observatory.org/gps/gps_accuracy.html>

Příloha A

Verze systému Android

Následující seznam obsahuje hlavní rozdíly mezi jednotlivými verzemi a data prvních vydání těchto verzí.

Beta verze:

- 5. 11. 2007.

1.0:

- 23. 9. 2008,
- první komerční verze systému,
- první Android zařízení (HTC Dream),
- aplikace pro Android Market¹ (dnes Google Play),
- webový prohlížeč,
- podpora fotoaparátu,
- přístup k e-mailu,
- synchronizace s Google účty,
- mapy využívající GPS modul,
- instant messaging²,
- přehrávač médií,
- hlasové vytáčení,
- Wi-Fi a Bluetooth připojení.

¹Online distribuční služba poskytující, digitální obsah Android zařízením.

²Internetová služba umožňující komunikaci uživatelů v reálném čase.

1.1 (Petit Four):

- 9. 2. 2009,
- dostupné podrobnosti a recenze podniků přímo v mapách,
- možnost skrytí číselníku při hovoru,
- ukládání příloh zpráv.

1.5 Cupcake:

- 30. 4. 2009,
- linuxové jádro 2.6.27,
- první verze s oficiálním názvem,
- možnost přidání různých virtuálních klávesnic,
- podpora Widgetů³,
- záznam a přehrávání multimediálních formátů MPEG-4⁴ a 3GP⁵,
- podpora A2DP⁶ a AVRCP⁷,
- kopírování a vkládání v prohlížeči,
- obrázky u kontaktů,
- automatická rotace obrazovky,
- odesílání videí na YouTube⁸ a fotografií na službu Picasa⁹.

1.6 Donut:

- 15. 9. 2009,
- linuxové jádro 2.6.29,
- vícejazyčná hlasová syntéza textu pro aplikace,
- vylepšena technologie pro CDMA¹⁰, 802.1x¹¹ a VPN¹²,
- podpora WVGA¹³ rozlišení,
- rozšířena podpora gest.

³Prvky grafického uživatelského rozhraní zobrazující informaci, jejichž uspořádání může uživatel měnit.

⁴MPEG-4

⁵3GP

⁶Advanced Audio Distribution Profile

⁷Audio/Video Remote Control Profile

⁸YouTube

⁹Picasa

¹⁰Code Division Multiple Access

¹¹802.1x

¹²Virtual Private Network

¹³WVGA

2.0/2.1 Eclair:

- 26. 10. 2009,
- rozšířena synchronizace pro více účtů,
- vylepšena práce s fotoaparátem,
- podpora HTML5¹⁴ v prohlížeči,
- optimalizována rychlost hardwaru,
- podpora dalších rozlišení,
- nové Google Mapy 3.1.2,
- multidotyková gesta.

2.2.x Froyo (Frozen Yogurt):

- 20. 5. 2010,
- linuxové jádro 2.6.32,
- optimalizace rychlosti, paměti a výkonu,
- JIT¹⁵ kompilace dodatečných aplikací,
- funkce Wi-Fi hotspot¹⁶,
- možnost zakázání přístupu k datům přes mobilní síť,
- instalace aplikací do rozšiřitelné paměti,
- podpora Adobe Flash,
- zobrazení na extra jemných displejích (320 ppi¹⁷).

2.3.x Gingerbread:

- 6. 12. 2010,
- linuxové jádro 2.6.35,
- jednodušší a rychlejší uživatelské rozhraní,
- zobrazení na WXGA¹⁸ a vyšších rozlišeních,
- nativní podpora pro SIP¹⁹ VoIP²⁰,

¹⁴HTML5

¹⁵Z anglického Just In Time, speciální metoda překladu, využívající různé techniky pro urychlení běhu programů přeložených do mezikódu.

¹⁶hotspot

¹⁷ppi

¹⁸WXGA

¹⁹SIP

²⁰VoIP

- intuitivnější zadávání textu,
- podpora NFC²¹,
- možnost využití více kamer (pokud zařízení má),
- vylepšena správa spotřeby,
- přechod z YAFFS²² na ext4²³,
- souběžné uvolňování paměti,
- nativní podpora více senzorů.

3.x Honeycomb:

- 22. 2. 2011,
- linuxové jádro 2.6.36,
- optimalizováno a určeno pouze pro tablety (první Motorola Xoom),
- přidána systémová lišta,
- zjednodušený multitasking²⁴,
- hardwarová akcelerace,
- podpora více procesorových jader,
- možnost šifrování uživatelských dat,
- připojování USB periférií (herních, polohovacích a klávesnic).

4.0.x Ice Cream Sandwich:

- 19. 10. 2011,
- linuxové jádro 3.0.1,
- přidána softwarová tlačítka z verze pro tablety,
- možnost zachytit snímek obrazovky,
- odemykání obličejem,
- nastavení limitu přenesených dat,
- vestavěný editor fotografií,
- hardwarová akcelerace uživatelského rozhraní,
- podpora záznamu videa v rozlišení 1080p²⁵,
- vylepšena stabilita systému.

²¹Near Field Communication.

²²Yet Another Flash File System.

²³Fourth extended filesystem.

²⁴multitasking

²⁵1080p

4.1/4.2 Jelly Bean:

- 9. 7. 2012,
- linuxové jádro 3.0.31,
- zdokonalena funkcionalita a výkon uživatelského rozhraní (Project Butter):
 - předvídání gest,
 - trojnásobná vyrovnávací paměť,
 - fixní obnovovací frekvence 60 snímků za sekundu.
- vícekanálový zvuk,
- offline diktování textu,
- standardní prohlížeč nahrazen za Google Chrome²⁶,
- více uživatelských účtů,
- hlasový výstup a ovládání gesty pro nevidomé,
- rozšíření jádra o SELinux²⁷.

²⁶Google Chrome

²⁷Security-Enhanced Linux

Příloha B

Obsah CD

V bakalářské práci je vloženo CD s následující strukturou:

- `app`
 - `apk` - instalační balíček pro Android
 - `src` - zdrojové kódy projektu pro prostředí Eclipse a využívané knihovny
- `manual`
 - `manual.pdf` - uživatelská příručka s popisem funkcí aplikace ve formátu PDF
- `thesis`
 - `pdf` - tato zpráva ve formátu PDF
 - `src` - zdrojové soubory pro vygenerování této zprávy