

iParking – Inteligentní systém parkování

Svatopluk Štolfa¹, Ivo Vondrák¹, Petr Petrovič¹, Vladimír Domes¹, Veronika Jůchová¹, Lukáš Pečinka¹

¹Katedra informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB Technická univerzita Ostrava,
17.listopadu 15,
708 33, Ostrava - Poruba, Česká republika
{svatopluk.stolfa, ivo.vondrak}@vsb.cz, {petr.petrovic,
vladimir.domes, veronika.juchova, lukas.pecinka}.st@vsb.cz

Abstrakt. Navigační systémy a jejich dynamická rozšíření umožňující reagovat na aktuální dopravní situaci se stávají stále dostupnějšími. Jeden ze subsystémů, který však zcela běžný ještě není, je možnost využít informačních technologií k účelům organizace parkování vozidel. Cílem jednoho z projektů řešených na Fakultě elektrotechniky a informatiky VŠB – Technické univerzity Ostrava je využít mobilních koncových zařízení typu PocketPC a Smartphone ke komunikaci s metropolitním informačním systémem, který umožní nalézt k danému požadavku cílové pozice nejbližší parkovací plochy, rezervovat pro daný automobil parkovací místo a s využitím navigačního systému jej na toto místo dovést.

Klíčová slova: Parkovací systémy, mobilní zařízení, PDA, Smartphone.

Abstract. In this paper, the results of the iParking project are presented. "iParknig phase I" was one year project that was focused on the development of the software system for parking support. It is always difficult to find a parking place in the city. Thus, the main goal of this project is to find a solution to this problem. The result of the first phase of this project is the software system that is able to navigate drivers, equipped with the PDA or Smartphone, in the parking sites. This software system also provides tool to control the parking site. That unique connection of the navigation system and control system gives us the ability to overview whole process of parking and allows us to effectively control parking site utilization. The second phase of this project that should cover the implementation of the metropolitan information system including reservation, payment and other modules is discussed at the end.

Keywords: Parking systémy, Embeded Devices, PDA, Smartphone

1 Úvod

Asi každý z nás někdy zažil nepříjemnou situaci, kdy po dojezdu do cíle své cesty musel strávit ve svém automobilu dlouhý čas hledáním místa jak a kde zaparkovat. S přibývajícím počtem automobilů se tento jev stává stále častějším a není tedy divu, že problematika parkování se stává aktuálním tématem celé řady výzkumných a vývojových projektů. Objevují se řešení, která pomáhají řidičům tento problém řešit. Asi každý z nás už viděl světelné tabule, které informují kolik je na daném parkovišti volných míst. Díky mobilním sítím a datového přenosu je možné tuto informaci

zobrazit také na vzdálených světelných tabulích a napomoci tak přijíždějícím si pružně vybrat požadované parkoviště podle cíle své cesty a aktuálního stavu volných parkovacích míst. Existují i systémy, které k tomuto účelu používají parkovací hodiny, které evidují, zda-li dané místo je volné a prostřednictvím datových přenosů se “nabízí” řidičům.

Na druhou stranu moderní automobily jsou dnes vybaveny vyspělou elektronikou, která pomocí palubních systémů komunikuje s řidičem. Výjimkou nejsou navigační systémy vybavených přijímači TMC (Traffic Message Channel), které dokáží na základě aktuální dopravní situace přepínat trasu a dynamicky tak reagovat na nově vzniklé problémy. S rozvojem mobilních technologií se nabízí celá řada dalších možností. Mimo jiné není třeba investovat do drahých navigačních systémů nabízených automobily, ale využít ke stejnému účelu svůj mobilní telefon nebo kapesní počítač PDA (Personal Digital Assistant). Kromě flexibility těchto zařízení umožňujících aktualizovat jak vlastní navigační programy, tak i jejich mapové podklady, je možné využít i jejich další důležitou vlastnost, kterou je jejich připojitelnost k síti Internet. A právě tento potenciál se stal základem projektu iParking řešeného na naší univerzitě, zaměřeného na možnosti propojení mobilní zařízení umístěném v automobilu se systémem parkoviště. Zajistit tak nejen přenesení informací o dostupných parkovacích místech směrem k řidiči, ale umožnit zájemci si požadované místo rezervovat a následně využít GPS navigace k navedení na toto místo.

2 Požadavky na projekt

Zadání projektu lze formulovat z pohledu obou participujících stran – klientů parkoviště požadujících parkování a správců parkoviště, kteří zajišťují jeho provoz. U řidičů se jedná o poskytnutí následujících služeb: vyhledání a výběr volného parkovacího místa a navigace na parkovišti k vybranému místu. Správce parkoviště požaduje funkce: přehled o aktuálním stavu parkovacích míst a dohled nad pohybem vozidel po parkovišti. Celý proces zajištění parkovacího místa lze zjednodušeně popsat podle následujícího algoritmu:

1. Mobilní zařízení umístěné v automobilu kontaktuje systémem správy parkoviště s cílem nalézt volné parkovací místo.
2. Systém správy parkoviště předá směrem k mobilnímu zařízení komprimovaný mapový podklad, ve kterém jsou zobrazena parkovací místa a barevně vyznačen jejich status (volná, obsazená, rezervovaná a nedostupná).
3. Řidič si vybere požadované místo.
4. Systém parkoviště označí místo jako rezervované.
5. Mobilní zařízení vypočte trasu od aktuální pozice automobilu až k danému parkovacímu místu a tato trasa je zobrazena řidiči.
6. S využitím signálu GPS je řidič prostřednictvím svého mobilního zařízení navigován až na konkrétní parkovací místo.

7. Místo je označeno jako obsazené a celý proces parkování končí.

Během celého procesu parkování bude využívána mobilní síť k datovým přenosům umožňujícím on-line zobrazení pozice automobilu na obrazovce správce parkoviště. Okamžitý zpětnovazební přenos informací o situaci na parkovišti zpět k řidičům vybaveným příslušnými komunikačními prostředky jim může přinést neocenitelný přehled o jejich situaci a pomoci při rozhodování kam se v rozsáhlém areálu či městě vydat. Okamžité informace z reálu mohou pomoci pracovníkům obsluhy systému urychleně řešit různé situace pomocí stávajících informačních prostředků (např. interaktivní informační tabule, změna dopravních značení apod).

Podívejme se tedy blíže na jednotlivé prvky celého systému: na aplikaci správy parkoviště, na aplikaci využívanou mobilním zařízením řidiče a server zajišťující koordinaci celého systému

3 Rozsah systému

Jako cíl projektu jsme si tedy definovali vytvoření informačního systému parkoviště. Nechtěli jsme ovšem, aby se jednalo jen o jednoduchý informační systém, ale o systém s podporou získávání zpětnovazebních informací o dění na parkovišti. Dalším důležitým požadavkem bylo, aby i řidiči jednotlivých automobilů měli k dispozici navigační a informační software pro navigaci na příslušné parkovací místo.

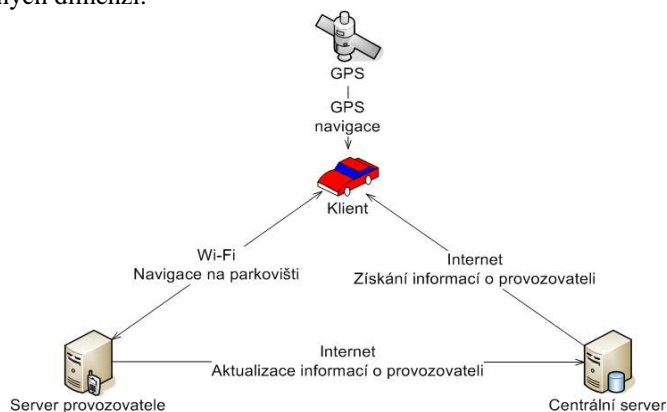
Celý systém, jak již bylo naznačeno, je rozdělen především na klientskou a serverovou část. Klientská část systému běží na PDA a Smartphone zařízeních a komunikuje s příslušným serverem daného parkoviště dostupným na internetu.

Základní rozsah funkčnosti:

- a. **Klientská aplikace** – umožňuje uživateli především získat informace o daném parkovišti, možnost výběru parkovacího místa a navigaci na něj
- b. **Server (backend)** – základní infrastruktura celého systému, umožňuje zejména uložení a načtení dat o daném parkovišti včetně správy map a zajišťuje komunikaci a předávání dat mezi klienty a frontend aplikací serveru.
- c. **Server (frontend)** – slouží k náhledu a správě informací o daném parkovišti jako celku. Tato aplikace je funkčně nezávislá na fyzickém umístění backendu serveru a zobrazuje zejména informace o aktuálním stavu parkoviště s možností různých informačních náhledů na dané prvky.

Vytvoření těchto systémů je prvním krokem k vybudování tzv. metropolitního parkovacímu systému, kdy přidáním centrálního serveru parkovišť a propojením s globálními navigačními systémy vznikne síť řízených parkovišť pro danou oblast, kdy např. informace o aktuálním stavu, objednávání míst, využití zpětnovazebních

informací zodpovědnými osobami a účastníky provozu posune problém parkování do poněkud jiných dimenzí.



Obr. 1. Architektura systému

4 Server (backend)

Nyní se podíváme na to, na jaké architektuře je serverová část systému iParking postavena, na její části a na prostředky, které byly při implementaci použity.

4.1 Architektura systému

Pro vytvoření aplikace byl zvolen programovací jazyk Java, přesněji řečeno platforma J2EE. Tato platforma umožňuje, aby byl systém nainstalován téměř na libovolné platformě. Jediné, co musí takováto platforma splňovat, je existence Virtuálního stroje jazyka Java a aplikačního serveru, na kterém aplikace běží. Při vývoji byl použit JBoss Application Server, který je v současnosti jedním z nejrozšířenějších aplikačních serverů certifikovaných pro provoz aplikací na platformě J2EE verze 1.4.

4.2 Databáze

Stejně jako v každém jiném informačním systému, tak i v systému iParking je nutné uchovávat data. V tomto případě se jedná o geografická data (mapy parkoviště, navigační informace), informace o parkovišti (parkovací místa, kamery, vozidla) a o autentizační informace.

Jako databázový server byl zvolen open source databázový server PostgreSQL. Pro uchování geografických dat byla použita jeho open source nadstavba PostGIS.

4.3 Webové služby

Základním požadavkem na aplikaci bylo, aby mohla poskytovat své služby celé škále klientů běžících na různých platformách (Java, .NET framework). Proto se hledala vhodná technologie, pro kterou by tito klienti s aplikací komunikovali. Po prozkoumání různých forem vzdáleného volání procedur jsme zvolili řešení založené na webových službách.

Webové služby jsme zvolili z několika důvodů. Mezi ty nejzásadnější patří:

- podpora webových služeb na platformách Java a .NET
- celkem jednoduchý vývoj
- přímá podpora webových služeb ze strany aplikačního serveru

Výsledná aplikace poskytuje dvě webové služby. Jedna z nich je určena pro klienta, druhá pro správcovskou aplikaci.

4.4 Komprese dat

Aby bylo možné předávat celkem velké množství dat (o parkovišti, jeho topografii apod.) i přes pomalé spojení, bylo nutné zavést kompresi těchto dat. Jelikož aplikační server JBoss toto nativně umožňuje, využili jsme jeho služeb.

5 Server (frontend)

5.1 Cíl systému pro správu parkoviště

Cílem aplikace pro správu parkoviště je poskytnutí kontroly nad situací na parkovišti a možnosti do dění na parkovací ploše omezeným způsobem zasáhnout. To vše prostřednictvím jednoduchého a přehledného grafického uživatelského rozhraní určeného pro správce parkoviště.

Mapa slouží ke schematické reprezentaci skutečné parkovací plochy. Poskytuje správci nejvíce informací o tom, co se na parkovišti děje. Aktivními mapovými objekty (prvky mapy) jsou parkovací místa, dopravní prostředky a kamery. Jelikož se vlastnosti prvních dvou z nich v čase mění, je nutné je pravidelně aktualizovat. U parkovacích míst se mění jejich stav (volné, obsazené, rezervované a nedostupné). Tento stav nejčastěji závisí na řidičích podle toho, jestli si nějaký z nich vybrané parkovací místo rezervoval, zaparkoval na něj nebo z něj odjel. Všechny tyto akce řidič oznamuje systému prostřednictvím mobilního klienta, popřípadě jsou mobilním klientem automaticky detekovány. To znamená, že jakmile se o nějaké změně mobilní klient dozví, hned o ní dá zprávu serverové části systému, ta následně oznámené změny zaznamená do databáze. Klient správce tedy musí žádat server o zaslání všech změnitelných vlastností v periodicky se opakujících časových intervalech a tyto

vlastnosti obnovit ve svých objektových strukturách a následně také na zobrazené mapě. Tak má správce přehled o aktuálním stavu všech parkovacích míst.

5.2 Souřadnicový systém

Geografická databáze systému iParking neuchovává polohu bodu na Zemi pomocí zeměpisné šířky a délky, jelikož tento souřadný systém slouží pro použití v terénu a vyjadřují polohu bodu na elipsoidu. Navíc je v takovém systému komplikované měřit vzdálenosti, mimo jiné také proto, že hodnoty souřadnic jsou ve stupních. My ovšem potřebujeme zobrazit mapu na displayi, tedy v rovině, a navíc v pravoúhlém systému souřadnic. Pro převedení z jednoho typu souřadnic do jiného se používají různé způsoby promítání. Systém iParking uchovává souřadnice mapových objektů pomocí mezinárodního projekčního systému UTM.

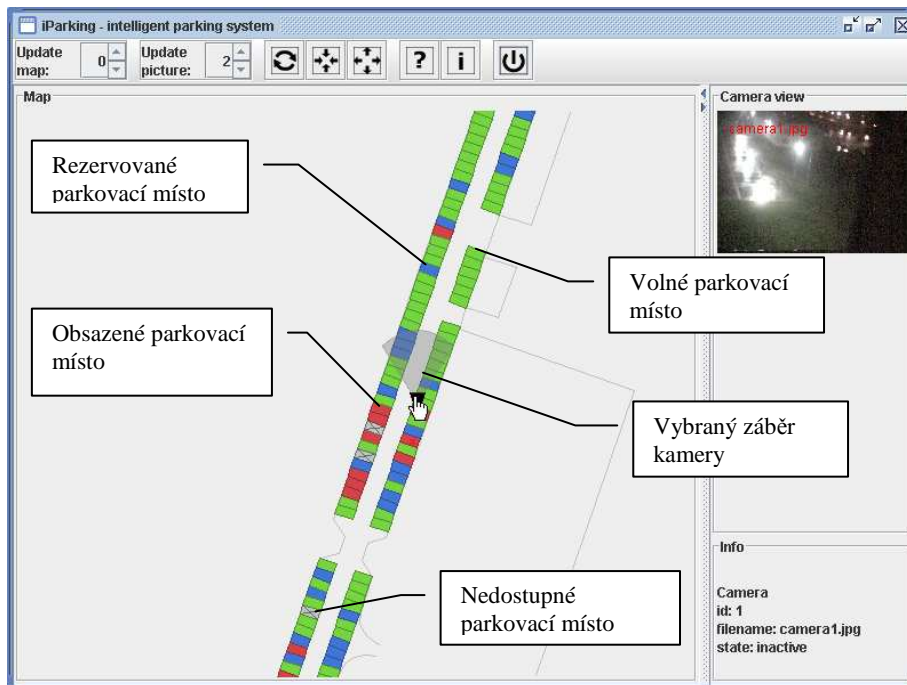
5.3 Technologie

Systém správy parkoviště je implementován nad platformou Java 2 Standard Edition verze 1.5. Je naprogramován tak, aby se dal spustit jako desktop aplikace i jako applet.

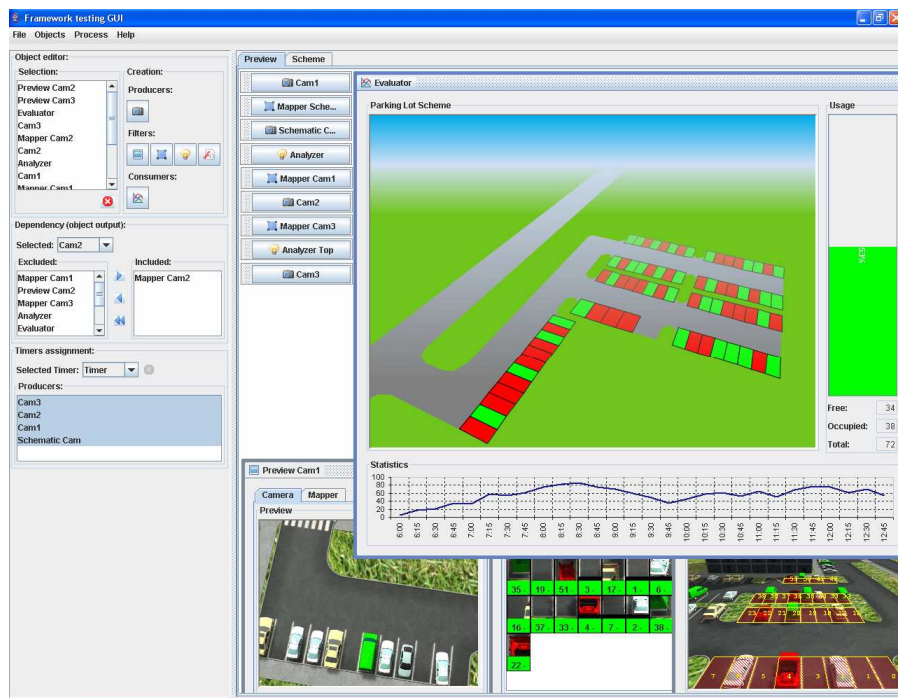
Klient webových služeb, jenž je součástí aplikace, využívá mnoha běžných knihoven pro práci s XML, SOAP protokolem, WSDL apod., které lze nalézt v balíku JWSDP (Java Web Services Developer Pack) poskytovaném firmou Sun.

5.4 Funkce serverové aplikace

Systém správy parkoviště slouží obsluze k evidenci toho jak jsou jednotlivá místa obsazena a zajišťuje změny stavu těchto míst podle aktuálního pohybu vozidel po parkovišti (obr.2). Obsluha má k dispozici kamerový systém, který toto sledování umožňuje. Podle způsobu označení parkovacího místa je toto vybarveno zelenou barvou v případě, že je volné, modrou barvou, když je rezervováno, červenou barvou, když je obsazeno a šedá barva označuje nedostupná místa (např. dlouhodobě předkoupené parkování). Aby bylo možné celý systém řešit jako bezobslužný, nezávislý na lidském činiteli, je ve stádiu vývoje systém rozpoznávání obrazu, který dokáže z kamerového systému automaticky identifikovat volná a obsazená parkovací místa (obr. 3). Není problém systém správy parkoviště propojit s účetním systémem a vystavit tak účet parkujícímu vozidlu při opuštění parkoviště.



Obr. 2. Snímek obrazovky počítače správce parkoviště



Obr. 3. Automatická identifikace volných parkovacích míst pomocí kamer

6 Klientská aplikace

6.1 Architektura aplikace

Klientská aplikace pro platformu Pocket PC i Smartphone byla programována v programovacím jazyce C# ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2005. Toto integrované vývojové prostředí umožňuje jednoduché nasazení aplikací jak na cílová zařízení Pocket PC nebo Smartphone, tak i na jejich emulátory.

Aplikace využívá .NET Compact Framework 2.0, který musí mít mobilní zařízení před spuštěním klientské aplikace nainstalovaný. Na všechny operační systémy mobilních zařízení však tento framework nelze nainstalovat. Podporované operační systémy u zařízení Pocket PC jsou Windows Mobile 2003 pro Pocket PC, Windows Mobile 2003 SE pro Pocket PC a Windows Mobile 5.0 pro Pocket PC. U chytrého mobilního telefonu Smartphone to je pouze Windows Mobile 5.0 pro Smartphone.

Řešení celé klientské aplikace bylo rozděleno do několika samostatných projektů. Do projektu Pocket PC aplikace, Smartphone aplikace a dalších tří projektů, jejichž

výstupem byly dynamické knihovny obsahující třídy společné pro obě mobilní zařízení.

6.2 Projekt GPS

Výstup: GPS.dll

Úkolem GPS projektu je zajistit získávání geografické pozice a azimutu automobilu. Výstupem z GPS přijímače je kromě jiných informací zeměpisná šířka a délka. Mapa získaná ze serveru je ovšem v systému UTM, v zóně 33. Proto je dalším cílem převést zem. šířku a délku do tohoto systému. Tyto požadavky realizované několika třídami se zapouzdřují do dynamické knihovny.

6.3 Projekt Graph

Vstup: GPS.dll

Výstup: Graph.dll

V tomto projektu, jehož výstupem je opět dynamická knihovna, se řeší všechny problémy spojené s vyhledáním nejkratší cesty v grafu. K výpočtu této cesty je využit Dijkstrův algoritmus. Po výpočtu trasy také umožňuje zjistit nejbližší zatáčku nebo odbočení na křižovatce a jeho obtížnost (jednoduché, střední a těžké).

6.4 Projekt Utilities

Vstup: GPS.dll, Graph.dll

Výstup: Utilities.dll

Dynamická knihovna, která je výstupem tohoto projektu, má za úkol zapouzdřit všechny ostatní třídy, společné pro klientskou aplikaci pro platformu Pocket PC i Smartphone. Obsahuje třídy reprezentující parkovací místo, mapu a automobil, třídu zajišťující čtení a zápis do Windows registrů, třídu pro grafické transformace sloužící k vykreslování vektorové mapy a třídu pro přehrávání zvuků.

6.5 Projekt IParkingClientPocketPC

Vstup: GPS.dll, Graph.dll, Utilities.dll, ICSharpCode.SharpZipLib.dll

Výstup: iParkingPocketPC.exe

Tento projekt představuje samotnou klientskou aplikaci pro platformu Pocket PC. Využívá všechny dynamické knihovny vytvořené v předešlých projektech a jednu open source knihovnu. Tato knihovna (ICSharpCode.SharpZipLib.dll) zajišťuje dekompresi komprimovaných SOAP zpráv, vysílaných se serveru. Projekt obsahuje grafické uživatelské rozhraní aplikace a třídu která převádí data ze serveru do dat vhodných pro klientskou aplikaci. Výstupem tohoto projektu je spustitelný soubor, zkompileovaný pro Pocket PC platformu.

6.6 Projekt IparkingClientSmartphone

Vstup: GPS.dll, Graph.dll, Utilities.dll, ICSharpCode.SharpZipLib.dll

Výstup: iParkingSmartphone.exe

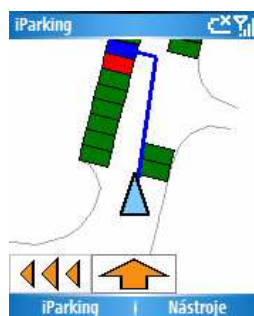
Jediným rozdílem oproti projektu IParkingClientPocketPC je grafické uživatelské rozhraní přizpůsobené pro mobilní telefon Smartphone. Výstupem je spustitelný soubor, zkompilovaný pro Smartphone platformu.

6.7 Funkce klientského systému

Algoritmus uvedený v požadavcích na systém vyžaduje od mobilního zařízení připojení k internetu a je zahájen dialogem, ve kterém se řidič přihlásí k systému správy parkoviště. Typ vozidla stejně jako jeho státní poznávací značka je zadána pouze při prvním použití v daném vozidle, pak již není třeba tuto informaci vkládat. Následuje stažení mapy a zobrazení všech parkovacích míst. V tomto okamžiku má řidič možnost si dané místo vybrat sám, nebo pomocí tlačítka Auto si nechat vybrat parkovací místo systémem správy parkoviště. K vybranému místu je vypočtena trasa a následuje navigace automobilu na toto místo s využitím systému GPS (obr. 4 a 5).



Obr.4. Proces přihlášení k systému parkoviště, výběr parkovacího místa a samotná navigace automobilu na vybrané místo



Obr.5. Klientská aplikace běžící na zařízení Smartphone

7 Závěr

Podstata popsaného systému inteligentního parkování (iParking) spočívá v možnosti rezervace parkovacího místa z navigačního systému instalovaném ve vozidle a nechat se na toto místo dovést. Oproti dnes běžně dostupným navigačním systémům, které pracují nad statickými mapovými podklady, tento systém používá podklady dynamické, což vyplývá z toho, jak se vozidla po parkovišti pohybují, jak uvolňují nebo obsazují parkovací místa. Díky tomu vozidlo musí nejen pasivně přijímat GPS signál, který slouží k určení jeho polohy, ale také aktivně komunikovat se systémem parkoviště, který mu rezervuje parkovací místo.

Systém iParking je prototyp vzniklý z řešení výzkumného projektu. Tudíž do praktického použití je třeba ještě celý systém doladit. Problémem může být neukázněnost řidičů nebo prostý fakt, že dané vozidlo tento systém nemá k dispozici a tak může zaparkovat na místě, které již bylo rezervováno, aniž by to řidič věděl. Řešení této situace se nabízí několik, počínaje vymezením části parkovacích míst pro účely automatického řízení parkování a implementací algoritmů pro přepínání rezervace konče.

Reference

1. ALBAHARI, Ben, DRAYTON, Peter, NEWARD, Ted. *1.C# in a Nutshell, 2nd Edition*. [s.l.] : O'Reilly, 2003.
2. BADDELEY, Glenn. *GPS - NMEA sentence information* [online]. c2006 [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://home.mira.net/%7Egng/gps/nmea.html>>.
3. GAMMA, Erich, HELM, Richard, JOHNSON, Ralph, VLISSIDES, John. *Návrh programů pomocí vzorů : stavební kameny objektově orientovaných programů*. Přeložil Pavel Makovec. 1. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2003. 388 s. Moderní programování. ISBN 80-247-0302-5.
4. *GPS Centrum* [online]. [2006] [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.gpscentrum.cz/>>.
5. *GPS - stránka o satelitní navigaci* [online]. [2006] [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://gps.slansko.cz/>>.
6. iParking – Technická zpráva, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava, Květen 2006
7. *MSDN Homepage* [online]. c2006 [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://msdn.microsoft.com>>.
8. Sun Microsystems. *The Java Tutorial : a practical guide for programmers* [online]. Nutcracker Release. Santa Clara : Sun Microsystems, c1995-2005 , Last

- update: December 23, 2005. Text v angličtině. Dostupný z WWW:
<<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/index.html>>
9. *The NMEA FAQ* [online]. 2006 [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW:
<<http://vancouver-webpages.com/pub/peter/nmeafaq.txt>>.
10. *UML™ Resource Page* [online]. [2006] [cit. 2006-04-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.uml.org/>>.
11. ZANDL, Patrick. *Bezdrátové sítě WiFi: praktický průvodce*. 1. vyd. Brno :
Computer Press, 2003. 190 s. ISBN 80-7226-632-2.