

MULTIAGENTOVÉ MODELOVÁNÍ DOPRAVY V ÚZEMÍ MĚSTA A JEHO VYUŽITÍ

Roman SIWEK, Jiří HORÁK

Institut geoinformatiky, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava,
17. listopadu 15, 708 33 Ostrava, Česká republika
roman.siwek@vsb.cz, jiri.horak@vsb.cz

Abstrakt

Na příkladu Ostravy byl připraven simulační dopravní model s využitím multiagentního systému v prostředí programu AnyLogic. Systém generuje agenty reprezentující typické osoby a realizuje jejich náhodné cesty podle pravděpodobnosti nejdůležitějších denních scénářů (zjištěných z dotazníkového šetření). Systém umožňuje modelovat současně individuální automobilovou dopravu, chůzi i dopravu veřejnými dopravními prostředky podle jízdních řádů. Výsledky simulačního modelování lze využít pro komplexní hodnocení dopravní dostupnosti, pro modelování zatížení jednotlivých částí dopravního systému (linky, spoje, zastávky) či cílů a jejich reakci na změny (např. uzavření mostu), pro modelování výhod alternativního uspořádání dopravního systému (např. změna trasování linek VD) a řady dalších dopravních, geografických i bezpečnostních úloh.

Abstract

The Multiagent Traffic City Model and Its Application: A simulation traffic model using multiagent system (MAS) in the frame of AnyLogic software was developed for Ostrava city. The system generates agents representing typical persons and launches their random trips according to probability models of important daily scenarios (obtained from the local survey). The system includes car transportation, walking as well as the scheduled public transport. Outputs of simulation modelling can be applied for complex evaluation of transport accessibility, to model loadings for each part of the transport system (lines, routes, stops) or destinations, to evaluate advantages of alternative configuration of transport system and for many other transport, geographical as well as safety issues.

Klíčová slova: multiagentní systém, doprava, simulace, GIS

Keywords: multiagent system, transport, simulation, GIS

1. ÚVOD

Množství dat získávaných z různých senzorů významně narůstá. V řadě oblastí jsou pro nás významným zdrojem dat, který však často představuje empirické záznamy platné v daném místě a čase. Typickým příkladem mohou být třeba záznamy o průjezdu vozidel ze zařízení dopravní telematiky v daném místě či informace o počtu lidí v jistém místě a čase. Při jejich interpretaci narážíme na řadu problémů, jak je (se zachováním anonymity dat) správně interpretovat, vysvětlit význam, proč se zde v daném místě a čase nachází sledované množství, jak záznamy poskládat do správné logické posloupnosti a interpretovat důvody pozorované situace (přišli zde lidé nakupovat, bavit se či pracovat?).

Protikladem takových tvrdých, ale limitovaných dat, jsou soft data, vznikající např. z dotazníkových šetření. Z deníků máme záznamy o tom, co daný člověk typicky během dne dělá, jaké má motivace pro jednotlivé činnosti, co ho při rozhodování ovlivňuje. Z hlediska ochrany osobních údajů i díky časté snaze respondentů o neposkytnutí příliš mnoho podrobných a citlivých údajů se dostáváme do situace, kdy máme spíše hrubou představu o aktivitách člověka, chybí konkrétní cíle, přesné časy a přesné podmínky realizovaných cest.

Jednou z možností, jak toto omezení překonat, je vytváření modelů chování jednotlivců, které by odpovídaly našim znalostem získaným z dotazníkových šetření, censů a jiných zdrojů, a generování simulovaných dat, které umožňují přesně odpovědět na naše otázky k podmínkám realizace aktivit jedinců či celých skupin. Jednou z možností, jak vytvořit takový umělý, ale realistický model, je využití multiagentních systémů.

Simulační modely na bázi multiagentních systémů umožňují řešit problémy a využívat nástroje spojené se závislostí na čase, paměti a nejasnými vztahy mezi prvky modelu a jejich nelineárním chováním. Model zachovává stavy systému ve volně propojených autonomních systémech, kterými jsou agenti. Agent představuje posun od objektu k vyšší struktuře, schopné postupně a částečně autonomně připravit a provést plán, který vede ke splnění jeho cíle. Rozdíly mezi objekty a agenty popisuje např. [6]. Agenti mají v modelovém prostředí určenou polohu, kterou mohou během modelování dle svých schopností měnit [1]. Agent často ví, v jakém stavu se nachází a jeho další činnost na tomto stavu závisí [2]. K základním vlastnostem agentů patří [2]: autonomnost, reaktivita, intencionalita a schopnost sociálního chování. Takovéto modely umožňují jak sledování jednotlivců, tak i agregace výsledků za určitou třídu agentů, za všechny populace agentů v modelu, nebo jiné logické celky.

Multiagentní systémy vznikly vývojem distribuované umělé inteligence (Distributed Artificial Intelligence, DAI). Motivací pro vznik takového systému, bylo zvýšení flexibility, autonomnosti a také redukce vlivu centrálních prvků v systému. Procesy je možné paralelizovat a zvýšit tak efektivitu. Díky distribuci je lepší také spolehlivost a robustnost celého systému [4]. Jednou z možností využití MAS je dopravní modelování například pro sledování dojížděky do zaměstnání [5].

2. MODELOVÁNÍ

Cílem práce je vytvořit model umožňující analýzu dopravního chování jednotlivých kategorií obyvatel zadaného území během jejich běžného dne.

Analyzovány budou činnosti, které daný agent během dne (či jiného období) vykoná. Především pak to, jak se mezi jednotlivými aktivitami přemísťuje (charakteristiky těchto cest). Aktivity, které bude agent vykonávat, jsou agregovány do posloupnosti aktivit (scénáře), které byly zjištěny z proběhlého dotazníkového šetření v rámci GAČR 14-26831S „Prostorové simulační modelování dostupnosti“ jako nejvíce frekventované pro jednotlivé třídy agentů.

Pro realizaci modelu byl zvolen program AnyLogic verze 7.3.5 [3].

Během modelování je nezbytné zaznamenávat veškeré hodnoty, které by nás mohly při následných analýzách zajímat. Pro záznam výsledků má AnyLogic v rámci své interní databáze implementovaný log, do kterého se automaticky zaznamenává řada výsledků. Ostatní údaje jsou pak zapisovány do vlastních tabulek.

Nutnou podmínkou pro podrobnou analýzu reálného dopravního chování je tvorba a implementace externích služeb pro vyhledávání dopravní trasy autem. Vedle cestování autem je možné využít pěší docházku a hromadnou dopravu.

Pilotním územím je město Ostrava. Jako rezidenční místa byly použity mediány ZSJ. Jako potenciální cíle jednotlivých aktivit byli použiti zaměstnavatelé, obchody, školy, lékaři a sportovní zařízení. Celkově model zahrnuje 2 142 možných cílů v 8 kategoriích.

Pro implementaci vyhledání trasy a evidenci parametrů jízdy autem a pěšky bylo použito externího serveru Open Source Routing Machine (OSRM) s daty OpenStreetMap (OSM). Vizualizaci pohybu agentů v modelu pak zajišťuje funkce Route Provider, která vychází také z dat OSM. Využití a získání parametrů o hromadné dopravě zajišťuje vlastní server využívající programové knihovny a dat jízdních řádů společnosti CHAPS.

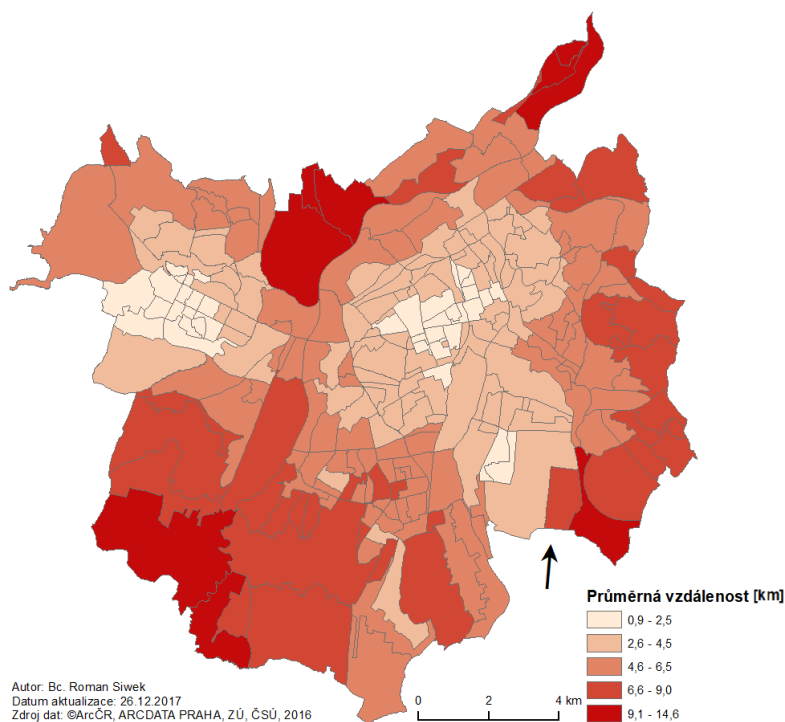
Řízení dne agenta (jeho chování) probíhá v rámci scénářů, které má každá třída agentů implementovány. Jejich průběh a pravděpodobnost výběru jsou pak odvozeny z výsledků dotazníkového šetření.

Výběr cíle agenta pro danou aktivitu proběhne podle scénáře v okamžiku, kdy čas modelu odpovídá času, který byl vybrán pro zahájení další činnosti např. odchod do práce. Výběr cíle respektuje kategorii cíle a vyhodnocuje pro každý cíl hodnotu gravitační funkce (pro všechny módy dopravy) s využitím informace o velikosti cíle. Nakonec je vybrán cíl proporcionálně podle distribuce pravděpodobnosti hodnoty přitažlivosti cíle. Při spuštění modelu se vygeneruje dostatečný počet agentů v jednotlivých třídách skupiny obyvatel a nechá realizovat dostatečný počet dnů, kdy se opakovaně nechávají proběhnout jednotlivé scénáře

činností. Činnost (zejména pohyby) každého agenta jsou podrobně monitorovány a zapisovány do databázového logu. Výsledky jsou následně statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

K vyhodnocení se využívá několik základních údajů jako je průměrná vzdálenost jedné cesty, průměrný čas jedné cesty, podíl dopravního módu případně jiné parametry dle požadavků uživatele. Jako příklad uvádíme průměrné vzdálenosti absolvované během jedné cesty agenty (obr. 1) za všechny realizované scénáře. Minimální vzdálenosti jsou zjištěny pro zaměstnané osoby bydlící v centru Ostravy a podél hlavní třídy do Mariánských Hor, s malým rozšířením do Vítkovic, dále ve větší části Poruby (zejména západní okraj) a ve dvou ZSJ v těsné blízkosti areálu Accelor Mittal. Je zřejmé, že se ve scénářích projevuje velký vliv dojížděky do zaměstnání, který právě v těchto místech má nejpříznivější dostupnost. Přitom tato místa mají dostatečnou nabídku i dalších služeb, které jsou požadovány při realizaci komplexních scénářů. Naopak horší situace je v prostoru obvodu Ostrava-Jih, který i přes nejvýznamnější koncentraci obyvatel nenabízí tolik možností k zaměstnání a dalších služeb, což vede k potřebě většího dojíždění a vyšším průměrným vzdálenostem jednotlivých cest. Z rozmístění nejvyšších vzdáleností je zřejmé, že model není symetrický a že evidentně neplatí, že by všechny periferní části Ostravy na tom byly z hlediska vzdáleností dojíždění stejně. Horší situace je např. na severu v prostoru Lhotky a Hošťálkovic nebo na jihu v okolí Polanky nad Odrou, což je evidentně dáno infrastrukturními omezeními.



Obr. 1 Průměrná vzdálenost cest agentů třídy agentů zaměstnanec při jejich cestách během modelování pro jednotlivé ZSJ

Zajímavou možností, která jasně ukazuje potenciál a využitelnost takových dat, je agregace lokalizace místa agentů při jejich pohybu v území v daném časovém kroku. Tím je možné vytvořit model předpokládané hustoty výskytu obyvatel během dne v území města prakticky s libovolným časovým krokem. To má velký význam pro krizové řízení, protože nám představuje jeden z možných modelů, jak sledovat dynamickou aktuální distribuci populace a podle toho plánovat a řídit zásahy. Další možností je např. identifikace míst, kde dochází v daný čas k největší kumulaci osob např. při dopravě (zejména dopravní uzly při přesedání), což ukazuje na kritická místa z hlediska potenciálního ohrožení. Další možností je například využití trasy

agenta pro modelování zatížení dopravní sítě během dne nebo pro modelování výhod alternativního uspořádání dopravního systému.

Výzkum možností využití multiagentního simulačního modelování pokračuje a předpokládáme, že přinese nové pohledy na možnosti komplexního hodnocení dopravní situace z pohledu občanů nejen pro individuální automobilovou dopravu, ale i se zahrnutím veřejné hromadné dopravy.

LITERATURA

1. RŮŽIČKOVÁ, Kateřina MODELOVÁNÍ A SIMULACE V GEOVĚDÁCH [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2017-08-07]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~ruz02/msg/prednasky/msg_skripta_v2.pdf. VŠB-TUO>.
2. HORÁK, Jiří, Jaroslav BURIAN a kol. PROSTOROVÉ SIMULAČNÍ MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ DOSTUPNOSTI: s empirickou studií Olomoucka a Ostravska. Praha: Česká geografická společnost, 2016.
3. GRIGORYEV, Ilya: AnyLogic 7 in Three Days: A Quick Course in Simulation Modeling. 1. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015. ISBN 13: 9781507691366
4. NETRVALOVÁ, Arnoštka. Úvod do problematiky multiagentních systémů. In: www.kiv.zcu.cz [online]. Plzeň [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <<https://www.kiv.zcu.cz/~netrvalo/phd/MAS.pdf>>
5. TILAHUN, Nebiyu a David LEVINSON. An Agent-Based Model of Origin Destination Estimation (ABODE). *Journal of Transport and Land Use*. 2013, 2013 (6), 73-88. Dostupné z: <https://www.jtlu.org/index.php/jtlu/article/view/271>
6. WOOLDRIDGE, Michael J. An introduction to multiagent systems. 2nd ed. Chichester, U.K.: John Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-51946-2