

# URBAN TRAFFIC SIMULATION

**Pavel Švéda**

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xsveda08@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Peter Chudý

E-mail: chudyp@fit.vutbr.cz

## ABSTRACT

The paper deals with the possibilities of traffic simulations usage with regard to the road traffic fluency. Firstly, it lists and explains some of the basic terms most commonly encountered in the area of traffic simulation models; then it continues with several basic methods of and attitudes to the most common traffic simulations; and finally, it addresses the principles which were used as a basis for my own traffic simulator.

## 1 ÚVOD

Automobilová doprava je i v dnešní době stále intenzivně se rozvíjejícím odvětvím, které se dotýká každého člověka. Roste však i hustota dopravy, jejímž výsledkem jsou dopravní zácpy. To má dopad i na další obory, neboť se zvětšují finanční i časové nároky na přepravu. Vozidla spalují více paliva a vypouští více zplodin, což má vliv na životní prostředí.

Jedním z možných řešení je zvýšení plynulosti dopravy, díky kterému by k zácpám v takovém rozsahu nedocházelo. Je třeba najít řešení, které bude systémové a nebude založeno na represích. A právě k dosažení tohoto cíle nám mohou pomoci dopravní simulátory.

## 2 TYPY DOPRAVNÍCH SIMULACÍ

*Dopravní simulací* rozumíme práci s dopravním simulačním modelem, tedy s reprezentací dopravní sítě a jejími prvky. Před vytvořením modelu je důležité specifikovat, co chceme simulovat a čeho chceme dosáhnout. Každý řešený problém má svá specifika, která není možné při návrhu opominout. Dle přístupu můžeme dopravní simulace rozdělit na tři skupiny:

- *Makro simulace* jsou založeny na matematických modelech toků vozidel v síti. Používají se při řešení problémů v rámci větších oblastí, kde nás zajímá chování sítě jako celku [1].
- *Mikro simulace* nám umožňují detailně popisovat úseky dopravní sítě, specifikovat a rozlišovat jednotlivá vozidla a vztahy mezi nimi. Simulace je prováděna na základě přímé interakce mezi jednotlivými prvky dopravní sítě. Využívají se pro simulaci spíše menších částí dopravní sítě, mnohdy pouze jedné křižovatky [2].
- *Kombinované simulace* využívají obou předchozích přístupů a vzájemně je kombinují.

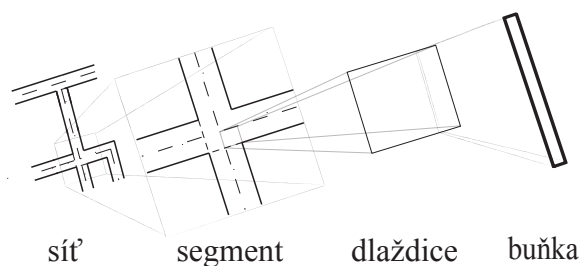
### 3 VLASTNÍ DOPRAVNÍ SIMULÁTOR

Cílem mé práce je navrhnout a implementovat vlastní dopravní simulátor. Je zaměřen na zvýšení plynulosti dopravy ve městech v malém až středním měřítku. Z tohoto důvodu je založen na principu mikro simulací s důrazem na možnost detailní specifikace parametrů vozidel a chování řidičů v síti.

### 4 REPREZENTACE DOPRAVNÍ SÍTĚ

Při návrhu reprezentace dopravní sítě v simulátoru je třeba se držet dvou na první pohled protikladných požadavků. Na jedné straně musí být vytvoření konkrétní dopravní sítě jednoduché, aby bylo bez problémů možno sestavit i rozsáhlejší síť. Na stranu druhou však musí reprezentace být natolik obecná, aby umožnila sestavit nejrůznější struktury dopravní sítě a poskytovala dostatečnou podporu pro pohyb vozidel.

Síť je proto tvořena několika prvky různých úrovní. Na nejvyšším stupni stojí dopravní segmenty, které odpovídají jednomu logickému celku (zatačka, křižovatka, ...). Ty se dále skládají ze čtvercových dlaždic o hraně šířky jízdního pruhu, které sdružují a spravují buňky. Tyto buňky jsou nejmenším prvkem sítě a nositelem informací o ní. Navíc je každá propojena s buňkami v okolí, což umožňuje jednoduchou a rychlou navigaci vozidel.



Obrázek 1: Kaskáda úrovní reprezentace dopravní sítě.

### 5 REPREZENTACE A CHOVÁNÍ VOZIDEL

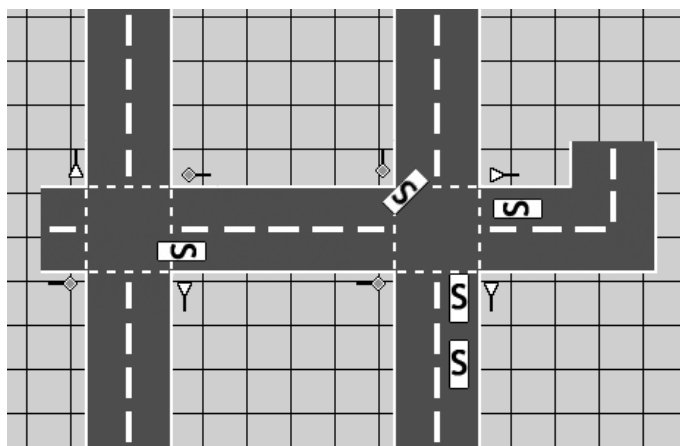
Vozidla jsou modelována jako objekty, které se pohybují samostatně na základě definovaného chování. To je pro všechna vozidla stejné a diferencují se pouze specifikací parametrů, které zahrnují popis jak konstrukčních vlastností vozidla, tak i charakteristiku chování řidiče.

Samotné chování vozidla, neboli definice reakcí na dané podněty z dopravní sítě, je založeno na *řídících modelech*. Tyto modely spolu při rozhodování komunikují a tvoří jeden celek [3, 4].

- *Car-Following model* definuje chování ve chvíli, kdy je před ním jiné vozidlo. Jeho cílem je dosáhnout maximální možné (povolené) rychlosti při zachování bezpečného odstupu. Uplatňuje se na úsecích bez křižovatek, ale i na křižovatkách za podmínky, že situace umožňuje volný průjezd a vozidlo nemusí dávat přednost žádnému jinému.
- *Line-Changing model* definuje chování vozidla pro přejíždění mezi jízdními pruhy. Důvodem může být předjetí jiného vozidla, objetí překážky nebo přejetí do vedlejšího pruhu při odbočování. Reakce modelu se pro jednotlivé situace mohou lišit. Například pokud nelze pomalejší vozidlo předjet, řízení je předáno Car-Following modelu a vozidlo setrvává

ve stávajícím pruhu. Pokud se však blíží ke křižovatce a nachází se v nesprávném jízdním pruhu, je nutné před dosažením hranice křižovatky přejet do toho správného pruhu.

- *Gap-Acceptance model* řídí průjezdy vozidla křižovatkami, kdy na základě aktuální situace rozhodne, zda je dostatek prostoru pro její projetí, nebo zda musí vozidlo přibrzdit a vyčkat. Stejně jako v Line-Changing modelu i zde je nutné souběžně korigovat rychlost s ohledem na vozidla vpředu.



**Obrázek 2:** Příklad simulované dopravní sítě – průběh simulace.

## 6 ZÁVĚR

V současné době jsou dokončeny prvky reprezentace dopravní sítě, včetně několika dopravních segmentů. Dále jsou implementovány modely chování pro průjezd křižovatkou a udržování bezpečné vzdálenosti a veškeré prvky pro běh simulace. Dokončeno je také uživatelské rozhraní pro tvorbu dopravní sítě a zobrazení běhu simulace. Vývoj nyní bude pokračovat vytvořením modulu pro zpracování a zobrazení výsledků simulace a dále rozšiřováním možností využití simulátoru, tedy například vytvořením dalších dopravních segmentů.

**Poděkování:** Tato práce vznikla částečně za podpory grantu VUT FIT, FIT-S-10-2 a specifického výzkumu MSM0021630528.

## REFERENCE

- [1] Martimo, M., Miura, D.: Introduction to Simulation in Cube, An overview of microsimulation and the unique features available only with Cube Dynasim.
- [2] Yand, M.: Macro versus Micro Simulation Modeling Tools. In ITE District 6 Annual Meeting Proceedings, DKS Associates, 2007.
- [3] Ahmed, K. I.: Modeling Drivers' Acceleration and Lane Changing Behavior. Dizertační práce, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 1999.
- [4] Jiménez, T., Mussi, P., Siegel, G.: A Road Traffic Simulator: Car-Following and Lane-Changing. In Proceedings of the 14th European Simulation Multiconference on Simulation and Modelling: Enablers for a Better Quality of Life, INRIA, květen 2000, s. 241-245.