

# INTELLIGENT CONTROL OF TRAFFIC LIGHTS

**Miloš Skoták**

Bachelor Degree Programme (4), FIT BUT

E-mail: xskota04@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Ondřej Malačka

E-mail: imalacka@fit.vutbr.cz

**Abstract:** This work is about Multi-Agent system for intelligent control of traffic lights. For the simulation of a real situation was implemented a simulator of a traffic situation. The simulator is based on a cellular automata and was written in Java language. In Multi-Agent system can be found not only communication between the agent and environment, but also communication among agents. To implement the rules was used extended AgentSpeak language based on BDI architecture with Jason interpreter.

**Keywords:** intelligent traffic-light control, simulation, cellular automata, multi-agent system

## 1 ÚVOD

Dopravní kongesce, neboli dopravní zácpy, jsou problémem řady větších měst se světelnými křižovatkami. Kongesce většinou vznikají špatným nastavením světelné signalizace a nechopností flexibilně reagovat na náhlý nárůst, či pokles hustoty provozu. Proto se tento článek zabývá inteligentním řízením světelné signalizace. Jako způsob řízení byl zvolen multi-agenční systém, který je schopen reagovat na změny hustoty provozu a dokáže komunikovat i s ostatními křižovatkami a tím docílit lepší synchronizace křižovatek.

V kapitole č. 2 bude popsán simulátor dopravní situace a kapitola č. 3 se bude věnovat způsobu inteligentního řízení světelné signalizace – multi-agenční systém. V kapitole č. 4 budou shrnuty dosažené výsledky a možnosti rozšiřujícího výzkumu.

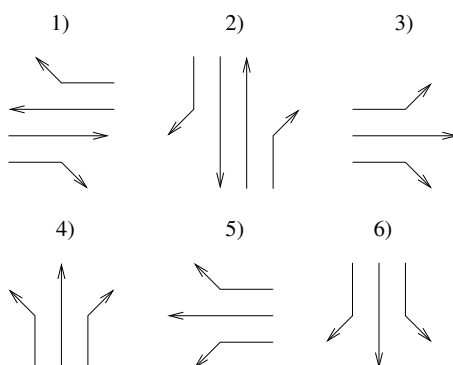
## 2 SIMULÁTOR DOPRAVNÍ SITUACE

Pro simulaci dopravní situace byl využit celulární automat (dále jen CA), který využívá diskrétního časování. Celý CA se skládá z tzv. buněk. Tyto buňky mohou být prázdné nebo obsahují referenci na instanci třídy Car, která reprezentuje vozidlo v křižovatce. Tento simulátor byl naprogramován v jazyce Java a jeho pomocí lze simulovat různé druhy dopravních tras.

Pro simulaci dopravního toku v CA jsou velmi důležitá pravidla, se kterými CA pracuje. Bylo využito 4 základních pravidel (Nagel a Schreckenberg [3], dále jen NaSch). Tato pravidla jsou: zrychlení, bezpečná vzdálenost, náhodnost, pohyb. Dále bylo použito pravidlo VDR (Velocity Dependent Randomization [3]), neboli náhodnost závislá na rychlosti. Tento model pouze přidává do NaSch modelu nulté pravidlo, které upravuje pravděpodobnost na snížení rychlosti vozidla v závislosti na rychlosti vozidla. Tato pravidla však byla definována na pohyb v jednom pruhu, proto bylo potřeba je rozšířit o zákonitosti, které umožňují pohyb v n-pruzích. Z toho důvodu bylo přidáno další pravidlo – změna pruhu – které obsahuje několik podpravidel, jež vyhodnocují: možnost zařadit se do vedlejšího pruhu, dodržení bezpečného odstupů, efektivitu změny pruhu a bezpečnou vzdálenost.

Pro řízení světelné signalizace byl vytvořen stavový automat, který obsahuje 6 stavů (viz obrázek 1). Každý z těchto stavů má danou dobu trvání. Pokud by některý ze stavů byl neproveditelný, přeskočí

se. Délku těchto stavů je možno libovolně upravovat a tím docílit efektivnějšího průjezdu vozidel.



**Obrázek 1:** Stavysvětelné signalizace

K tomu, abychom mohli využít umělou inteligenci k řízení světelné signalizace, je nutné, abychom z křižovatky získávali určité informace:

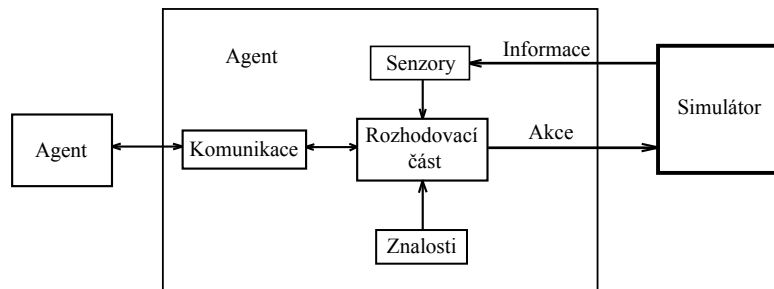
- Aktuální stav světelné signalizace.
- Dobu trvání aktuálního stavu.
- Délku fronty každého vstupu do křižovatky.
- Počet volných míst pro každý výstup.
- Počet příchodu do fronty za jednotku času.
- Počet výstupu z fronty za jednotku času.

### 3 MULTI-AGENTNÍ SYSTÉM

V multi-agentních systémech (dále jen MAS) se vždy objevuje dvojice agent a prostředí. Agent reprezentuje světelnou signalizaci a prostředí je zastoupeno dopravním simulátorem. V MAS nemusí komunikace probíhat jenom mezi agentem a prostředím, ale i mezi agenty. Díky této komunikaci můžeme docílit synchronizace množiny křižovatek a tím efektivnějšího průjezdu vozidel. Tito agenti jsou autonomní, reaktivní a proaktivní, tzn. že se rozhodují nezávisle v rámci daného systému, reagují na změny v prostředí a ovlivňují okolí tak, aby co nejnásledněji dosáhli svého cíle [5].

Každý agent se skládá ze senzorů, kterými jsou průběžně získávány informace o stavu na křižovatce. Tyto informace jsou předávány rozhodovací části. Ve znalostech jsou uchovávány plány a cíle agenta, které jsou svěřeny rozhodovací části. Rozhodovací část přijme příchozí data ze senzorů a snaží se najít takové plány, které by vedly k dosažení cílů agenta. To může mít za následek dvě reakce. Buď rozhodovací část odešle zprávu prostředí, nebo odešle zprávu jinému agentu pomocí komunikačního modulu. Tento cyklus se neustále opakuje. Tato architektura je zobrazena na obrázku 2.

Dále bylo potřeba zajistit reakci na různé stavy, které mohou vznikat na křižovatkách. Proto byly využity pravidla z článku [4]. Pro reakci na aktuální stav na dané křižovatce bylo použito 12 pravidel. Jedná se především o reakce typu prodloužení/zkrácení doby určitého stavu na semaforu, změna stavu semaforu pokud je výstupní fronta plná, změna stavu semaforu pokud je vstupní fronta prázdná, atd. Další 12 pravidel v sobě definují komunikaci s ostatními agenty. Jedná se o informování sousedních agentů o stavu dané křižovatky. Například vstupní/výstupní fronta je plná/prázdná. K tomu, aby bylo možné komunikovat mezi agenty, bylo zapotřebí definovat sousedy každého agenta.



**Obrázek 2:** Architektura agenta

K implementaci pravidel byl využit rozšířený agentně orientovaný programovací jazyk AgentSpeak, který je založen na modelu BDI (Belief-Desire-Intention [1]) a je rozšířen o komunikační protokoly mezi agenty [2]. Pro použití tohoto rozšířeného jazyka, byl využit interpret Jason, který poskytuje platformu pro vývoj MAS a je dostupný pod licencí LGPL [2].

#### 4 ZÁVĚR

V rámci této práce byl vytvořen multi-agentní systém naprogramovaný pomocí rozšířeného jazyka AgentSpeak s využitím interpretu Jason. Tento způsob inteligentního řízení světelné signalizace přináší značné snížení doby čekání ve frontě oproti světelné signalizaci řízené agentním systémem či řízené pomocí fixního času stavů. Dále se výrazně zlepšil propustnost křižovatek díky tomu, že se flexibilně reaguje na výkyvy v hustotě příchozích vozidel.

V budoucím výzkumu by bylo vhodné aplikovat MAS na reálné křižovatky a provést patřičné experimenty k potvrzení výsledků získaných simulací. Další možností jak bychom mohli na tuto práci navázat, je výzkum tzv. inteligentních navigací, využívající informace získávané agenty křižovatek. Díky těmto informacím by bylo možné vyhnout se dopravním kongescím a najít nejrychlejší trasu k cíli.

#### REFERENCE

- [1] MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. 1. vyd. Praha: Academia, 2001, 328 s. ISBN 80-200-0472-6.
- [2] HÜBNER, Jomi F. a Rafael H. BORDINI. Jason: Jason Description. Jason: Jason Description [online]. 20.6.2010 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://jason.sourceforge.net/Jason/Description.html>
- [3] SCHADSCHNEIDER, Andreas. Traffic flow modelling. In: Institute for Theoretical Physics University of Cologne [online]. 10.4.2000 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://www.thp.uni-koeln.de/~as/Mypage/traffic.html>
- [4] HIRANKITTI, Visit, Jaturapith KROHKAEW a Chris HOGGER. A Multi-Agent Approach for Intelligent Traffic-Light Control. In: Proceedings of the World Congress on Engineering. London: IAENG, 2007, s. 116-121. ISBN 978-988-98671-5-7. Dostupné z: [http://www.iaeng.org/publication/WCE2007/WCE2007\\_pp116-121.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2007/WCE2007_pp116-121.pdf)
- [5] ZBOŘIL, František. Plánování a komunikace v multiagentních systémech. Brno, 13. 8. 2004. Disertační práce. Vysoké učení technické, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Petr Hanáček.