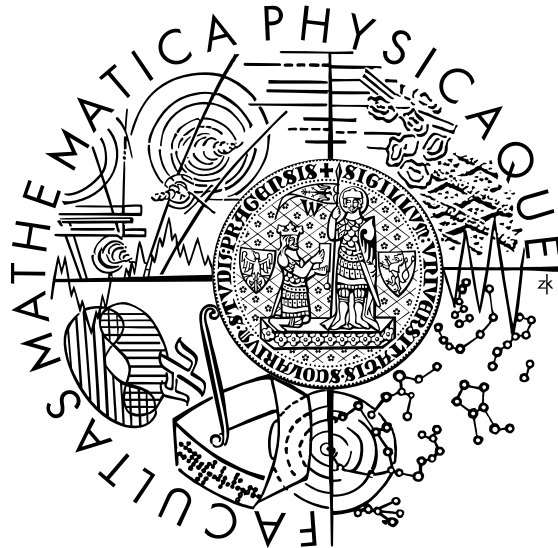


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



HakChol Pak

Simulátor dopravní sítě

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jan Kofroň, Ph.D.
Studijní program: informatika, obecná informatika

2010

Dekuji RNDr. Janu Kofroňovi, Ph.D. za ochotu při konzultacích a cenné rady, které mi poskytl jako vedoucí mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 28.5.2010

HakChol Pak

Obsah

1.	Úvod	5
1.1	Motivace	5
1.2	Cíl	5
2.	Existující simulační aplikace	7
2.1	Mikroskopická simulace silničního provozu	7
2.2	Dopravní simulace	8
2.3	Simulace semaforů	8
3.	Analýza	10
3.1	Simulace	10
3.2	Dopravní simulační model	10
3.2.1	Mikroskopický simulační model	10
3.2.2	Makroskopický simulační model	12
3.3	Řízení semaforu	13
3.4	Výpočet minimálních cest	14
4.	Implementace	15
4.1	Technologie	15
4.2	Struktura aplikace	15
4.2.1	Popis a funkčnost třídy	15
5.	Uživatelská dokumentace	24
5.1	Editor dopravní sítě	24
5.2	Simulátor	25
6.	Závěr	29
7.	Literatura	30

Název práce: Simulátor dopravní sítě

Autor: HakChol Pak

Katedra: Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jan Kofroň, Ph.D.

E-mail vedoucího: jan.kofron@d3s.mff.cuni.cz

Abstrakt: Cílem projektu je simulovat pohyb vozidel v silnicích. Projekt obsahuje grafický simulátor a grafický editor dopravní sítě. Editor dopravní sítě umožňuje uživateli vytvořit a upravit síť. S danou sítí se bude moct simulovat pohyb vozidel a získat výsledek simulace. Simulace se probíhá se vlastním simulačním modelem, který má dvě důležité modely – ovládací model pohybu vozidel a semaforu.

Klíčová slova: simulace, dopravní simulace, mikroskopická simulace, semafor

Title: Simulation of traffic infrastructure

Author: HakChol Pak

Department: Department of Software Engineering

Supervisor: RNDr. Jan Kofroň, Ph.D.

Supervisor's e-mail address: jan.kofron@d3s.mff.cuni.cz

Abstract: The aim of the project is to simulate the movement of vehicles on the road. The project includes the graphical simulator and the graphical editor of the traffic road network. Editor traffic road network allows users to create and edit network. With the traffic road network will be able to simulate the movement of vehicles and obtain simulation results. The simulation is carried out with its own simulation model, which has two important models – control model of movement of vehicles and traffic lights.

Keywords: simulation, traffic simulation, microsimulation, traffic light

Kapitola 1

Úvod

1.1 Motivace

Doprava je důležitým aspektem ekonomiky i našeho životního stylu. Každá země významně investuje do odvětví dopravy. Avšak my nejsme stále spokojeni na současný dopravní systém. Například, Při jízdě v ráno a večer kdy lidé dojíždí do práce, občas se potkáme dopravní zácpy. Ten problém by mohl vyřešit výstavbou nových silnic i tak zbavením optimálního dopravního systému. Kvůli tomu, že dopravní systém obsahuje mnoho zpracovaných prvků, získání jeho optimalizace není tak jednoduché. Simulace dopravní sítě pomůže optimalizaci dopravního systému. Sice je obrovská práce na postavení kompletního simulačního modlu, její realizace je jedna šance kdy mužů vyzkoušet postavení matematického simulačního modlu a jeho implementaci. Další motivací je pozorování, že dopravní síť je model založený systém, který je ideální pro objektově orientované programování. Každá složka v dopravní síti může být modelován objektem, který určuje její chování a interakce pravidel. Příklady objektů, které vyskytují v silniční síti, jsou vozidla, silnice a semaforey. Simulace je záznam všech interakcí, ke kterým dochází, kdy různé objekty jsou aplikovány na stejné prostředí.

1.2 Cíl

Projekt se zaměřuje na vyšetřování simulačních modelů a ukázat jeho průběh a výsledek v grafickém uživatelském rozhraní. Projekt bude poskytovat možnosti vytvoření a editování silniční sítě v grafickém uživatelském rozhraní pro sledování průběhu simulace jako v realitě. Dále bude poskytovat rozhraní pro specifikaci provozu před simulace začít, nebo dynamicky měnit v průběhu simulace. Projekt bude také poskytovat statistické výsledky pro všechny data, která jsou provozována na simulaci.

Stručně řečeno, budou existovat dvě velké části projektu.

1. Rozhraní pro editování silniční sítě
2. Rozhraní pro sledování průběhu simulace dle času a produkování vhodných výsledků

Kapitola 2

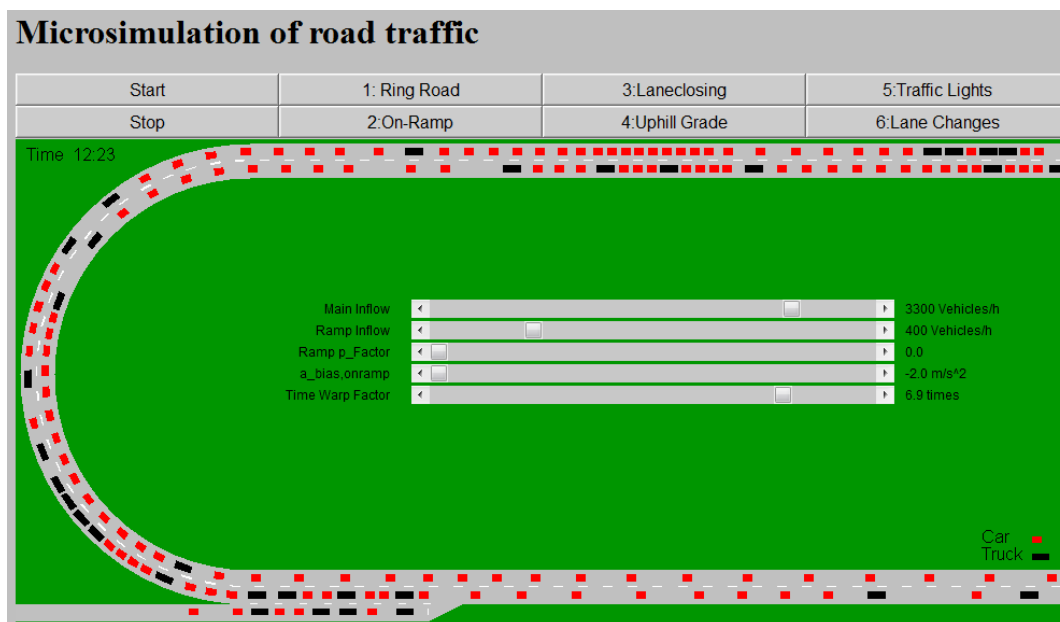
Existující simulační aplikace

Existuje několik základních dopravních simulátorů k dispozici, které byly vytvořeny k prokázání mnoho myšlenek a jevů.

2.1 Mikroskopická simulace silničního provozu

Adresa.: <http://www.traffic-simulation.de/> [1]

Autor.: Dr Martin Treiber, Institute for Transports and Economics, Dresden University of Technology



Obrázek 1.1: Screenshot z aplikace mikroskopické simulace silničního provozu

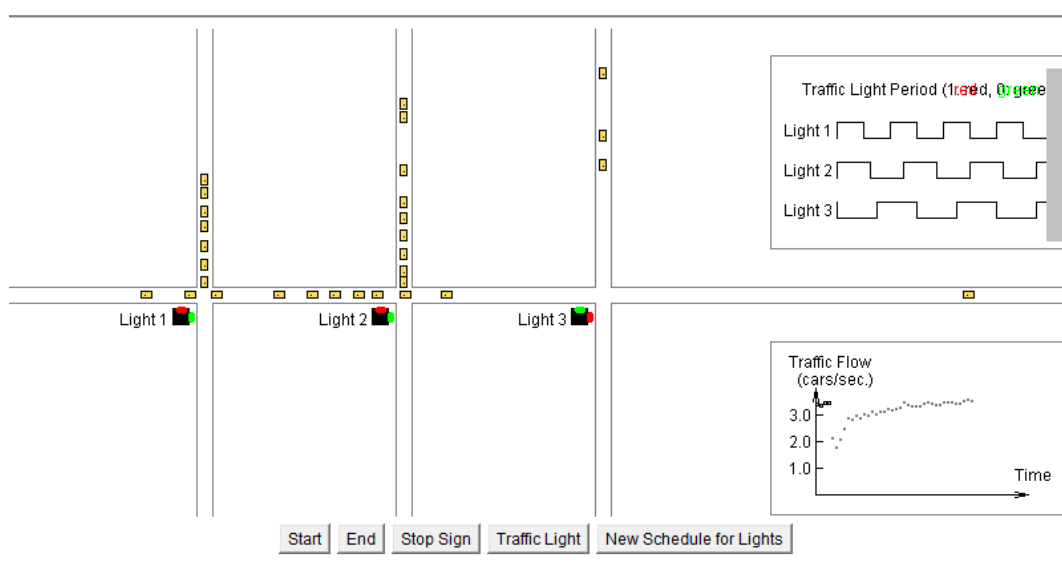
Mikroskopická simulace silničního provozu simuluje provoz dvou typů vozidel (automobil a nákladní auto) v jednosměrné silnici. Používal za pohybový model vozidel inteligentní pohybový model [2], který má stejné parametry a funguje podobně jako můj vlastní model. Celkově tento simulátor je dobrý v ukázání některých základních chování

dopravních simulátorů, je však omezena v jeho nedostatku složitějších silnic. A ještě není statistický výstup k dispozici. Nicméně v dokumentaci související s tímto modelem zahrnuje některé velmi podrobné diskuzi, včetně poznámek o ovladači.

2.2 Dopravní simulace

Adresa.: <http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Others/trafficSimulation/applet.html> [3]

Autor.: Kelly Liu, Department of Physics at National Taiwan Normal University



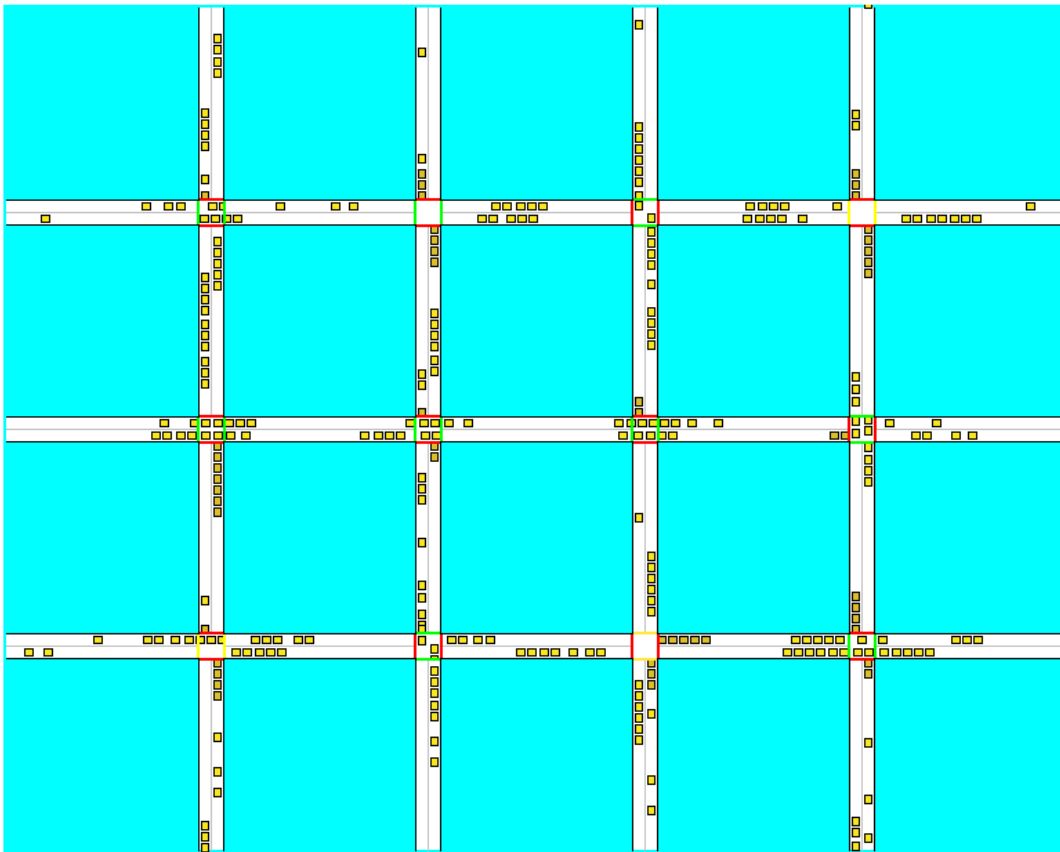
Obrázek 1.2: Screenshot z aplikace dopravní simulace

Tento Java aplikace simuluje tři průsečíky, které jsou řízeny semaforem. Uživatel má možnost změnit rozvržení světel z krátkého trvání na delší dobu. Existuje graf, který ukazuje provoz vyrobených aut po sekundách. Celkově tento simulátor dělá dobrou práci, jak ukázat základy dopravní simulace, však silnice jsou omezeny na jeden jízdní pruh a auta nemají žádné umělé inteligence. Žádné skutečné světové dopravní sítě by nebyly tak jednoduché.

2.3 Simulace semaforů

Adresa.: <http://www.cs.washington.edu/homes/deibel/rt/> [4]

Autor.: Katherine Deibel, Computer Science & Engineering, University of Washington



Obrázek 1.3: Screenshot z aplikace simulace semaforů

Tento simulátor obsahuje tři různé scénáře. První z nich je síť křižovatek, které byly řízeny semafor s náhodným trváním. Vozy v křižovatku stále pohybují ve stejném směru jízdy, teda nikdy neotočit vpravo nebo vlevo do jiných silnic. Druhý a třetí scénář je spojen řízení ambulance. Celkově tento simulátor dělá dobrou práci ve vázání dopravy a účinku různých světél postupně, ale neposkytuje žádné statistické výstupy.

Kapitola 3

Analýza

3.1 Simulace

Simulace se používá pro odpověď “co kdyby?” otázky týkající se věci, které jsou příliš složité nebo drahé pro test v realitě. To může být definováno jako dynamické zastoupení některých částí reálného světa stavením počítačových modelů. Dopravní systém je pod intenzivním vyšetřováním pomocí modelování a simulací. Simulační model popisuje konkrétní abstrakce navrhovaného a je postaven ve snaze o pochopení systému. K dispozici jsou čtyři složky, když se sešly na model. První složkou je data, které budou použity na modelu, tj. dopravní statiky a informace. Druhou složkou je simulační algoritmus, který vypočítá pohyb vozidel (auta nebo cokoli jiného, např. tramvají, jízdní kola), s jejich specifickými zrychlení a zpomalení. Třetí složkou vizuální simulace je animace pohybu a výsledek simulace. Poslední složkou je ověření. Je nezbytně, aby se vešly model a data na reálných dopravních situacích.

3.2 Dopravní simulační model

Dopravní simulační modelování se snaží popsat přesný matematický způsob interakce mezi vozidly a jejich operacím a infrastrukturám. Infrastruktura se skládá ze silniční sítě a všech jejich provozních prvků. Dopravní simulační modly dělí do dvou kategorií – mikroskopické přístupy a makroskopické přístupy.

3.2.1 Mikroskopický simulační model

Mikroskopické modely dopravního proudu simuluje jediné vozidlo-řidič jednotky, tak dynamické proměnné modelů představují mikroskopické vlastnosti, jako poloha a rychlost jednoho vozidla. [5] Totiž, tento model se snaží pochopit chování provozu jednotlivých vozidel, které tvoří tok dopravy. Automobil následující model je příklad, který popisuje modelování pohybu (poloha a rychlost) vozidla.

Automobil následující model

Automobil následující model je druh mikroskopického simulačního modelu pro automobilovou dopravu, které popisují jeden-za-jeden následujícímu chování vozidla v jednom jízdním pruhu. Hlavní použití těchto modelů je získat lepší řidič-vozdlo chování systému, které mohou vést k rozvoji nových bezpečnostních zařízení a poskytovat základní složku mikroskopických simulačních modelů. Pro ten projekt jsem vyrobil vlastní matematický automobil následující model, který se nazývá “Inteligentní řídicí model”.

❖ *Inteligentní řídicí model*

Hlavním úkolem tohoto modelu je spočítat pozici vozidla za určitý čas. Každý vozidel má mnoho svůj atributů v realitě. Parametry, které potřebujeme pro tento model z nich, jsou následující.

- Maximální rychlost vozidla
- Maximální zrychlení vozidla
- Maximální zpomalení vozidla
- Bezpečná vzdálenost za vozidlem - Bezpečná vzdálenost, kterou si řidič udržuje za vozidlem, bývá v intervalu 1.5m až 2m.
- Minimální čas překročení vozidla - Minimální čas překročení vozidla bývá v intervalu 1.5s až 2s

Předpokládejme, že vozidlo B následuje vozidlo A, známe všechny parametry vozidla A. Úkolem tohoto modelu je vypočítat zrychlení (případně zpomalení), protože až získáme aktuální zrychlení, aktuální rychlost bude součet předchozí rychlosti a aktuálního zrychlení. Matematickým vyjádřením tohoto problému bude jako níž.

Vstup:

- | | |
|-------|---------------------------------|
| x_a | aktuální pozice vozidla A |
| v_a | aktuální rychlost vozidla A |
| a_a | aktuální zrychlení vozidla A |
| d_a | délka vozidla A |
| x_b | aktuální pozice vozidla B |
| v_b | aktuální rychlost vozidla B |
| c_b | maximální zpomalení vozidla B |
| s_0 | bezpečná vzdálenost za vozidlem |

t_0 minimální čas překročení vozidla

Výstup:

a_b aktuální zrychlení vozidla B

Nyní aktuální vzdálenost mezi vozidlem A a B je

$$x_a - x_b - d_a \quad (3.1)$$

Za Δt určitý čas, vozidla A pohybuje

$$v_a \Delta t + \frac{1}{2} a_a \Delta t^2 \quad (3.2)$$

Za Δt určitý čas, vozidla B pohybuje

$$v_b \Delta t + \frac{1}{2} a_b \Delta t^2 \quad (3.3)$$

Za Δt určitý čas, vozidlo B lze pohybovat brzdou za minimální čas překročení vozidla minimálně

$$(v_b + a_b \Delta t) t_0 + \frac{1}{2} a_b t_0^2 \quad (3.4)$$

Pak můžeme dostat takovou nerovnost.

$$(3.1) + (3.2) - (3.3) \geq s_0 + (3.4) \quad (3.5)$$

Kromě aktuálního zrychlení vozidla B všechny proměnné jsou známy, tedy můžeme získat aktuální zrychlení vozidla B z nerovnosti. Pak se znovu počítá aktuální rychlost. Pokud aktuální rychlost je větší než maximální rychlost, zrychlení nastaví znovu, aby aktuální rychlost rovná s maximální rychlostí. Pokud aktuální rychlost je menší než 0, zastaví se auto. Jinak získávané zrychlení bude aktuální.

3.2.2 Makroskopický simulační model

Navzdory zapojení řidičů s různými individuálními chování, může dopravní proud nahlížet z makroskopického pohledu. Totiž, Makroskopický simulační model hodnotí plynulost provozu jako celek bez ohledu na vlastnosti charakteristice jednotlivých vozidel v provozu proudů. V tomto přístupu pojem “tokové proměnné” vede k makroskopickému popisu dopravního toku.

Tokové proměnné jsou například následující.

- Tok (nebo objem) se odkazuje na distribuci vozidel v čase. (vozidla za hodinu)
- Koncentrace (nebo hustota) se odkazuje na distribuci vozidel v prostoru. (vozidla za kilo metr)

Tyto proměnné se používají u modelů, které se snaží charakterizovat dopravní proudy.

Makroskopické modely jsou schopné popsat dynamický vývoj v oblasti provozu na dlouhých cestách a dopravních sítích.

3.3 Řízení semaforu

Optimalizace řízení semaforu je složitý problém. S více křižovatek, problém se stává ještě složitější, protože stav jednoho světla ovlivňuje plynulost na mnoho dalších světel. Další komplikací je fakt, že plynulost provozu neustále mění v závislosti na denní době, dni v týdnu a roční období. Proto v praxi jsou nejvíce semaforey řízeny pevnou-cyklus řadiče. Pro vyřešení takového problému můžeme přidat do každého semaforu dva proměnné.

- Maximální čas trvání na zelené světlo při projíždění vozidel v křižovatce = GREEN_LIGHT_MAX_TIME
- Konstantní čas trvání na zelené světlo při neprojíždění žádného vozidla v žádné křižovatce = GREEN_LIGHT_SHORT_TIME
(GREEN_LIGHT_MAX_TIME > GREEN_LIGHT_SHORT_TIME)

Ta hodnota GREEN_LIGHT_SHORT_TIME bude dost málo. Takže když žádné vozidlo neprojíždí v křižovatce, čas trvání na zelené světlo bude GREEN_LIGHT_SHORT_TIME, a potom když přijíždí vozidlo, čas trvání na zelené světlo bude GREEN_LIGHT_MAX_TIME. V období kdy je nastavený čas trvání na zelené světlo za GREEN_LIGHT_MAX_TIME, kontroluje stav silnic po malých intervalech. A pokud už všechna vozidla projížděla, přepíná zelené světlo jinde.

Pro určení přepínače zeleného světla můžeme používat následující algoritmy.

- LongestQueueFirst – Dá zelené světlo na frontě, kde čekají největší vozidla
- LongestWaitingFirst - Dá zelené světlo na frontě, kde vozidla čekají nejdéle.

3.4 Výpočet minimálních cest

Každý řidič chce cestovat do cíle co nejrychleji i nejkratěji. Proto je nutně určit minimální cestu při odjezdu vozidel. Algoritmy, které můžeme zvolit, jsou k dispozici Dijkstruv a Bellman-Forduv. Dijkstruv algoritmus najde minimální cesty z jednoho vrcholu do všech s kvadratickou složitostí a Bellman-Forduv algoritmus najde minimální cesty mezi každými dvěma vrcholy s kubickou složitostí. Výhodou Bellman-Forduv algoritmus je, že může zpracovat i s negativní hodnotou vrcholu. Ale v naší síti nebude obsahovat takový vrchol. Takže v naší síti bude stačit Dijkstruv algoritmus.

Kapitola 4

Implementace

4.1 Technologie

Za cílovou platformou projektu byl zvolený operační systém Windows. Na realizaci projektu byl zvolený programovací jazyk C#, který umožňuje použít .NET Framework 3.5. Důvodem je použití WPF(Windows Presentation Foundation) [6] v projektu, protože WPF zjednoduší grafické zpracování, které budou nutně potřebovat v projektu. Při vývoji projektu jsem si zvolil vývojové prostředí Microsoft Visual Studio 2008, které poskytuje příjemné prostředí při vývoji aplikace.

4.2 Struktura aplikace

Projekt obsahuje 42 tříd. Níže budou následovat jejich popis podle funkčnosti.

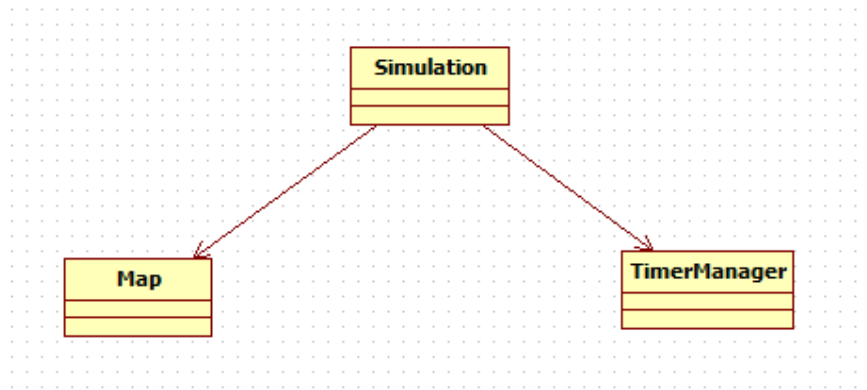
4.2.1 Popis a funkčnost třídy

❖ Třída “Simulation”

Třída *Simulation* je hlavní třída simulace. Obsahuje metody a členy pro standardní chování simulace. Uchovává se u sebe

- Metody – *InitSimulation()*, *Start()*, *Pause()*, *Resume()*, *Stop()*
- Členy – *Map*, *TimerManager*

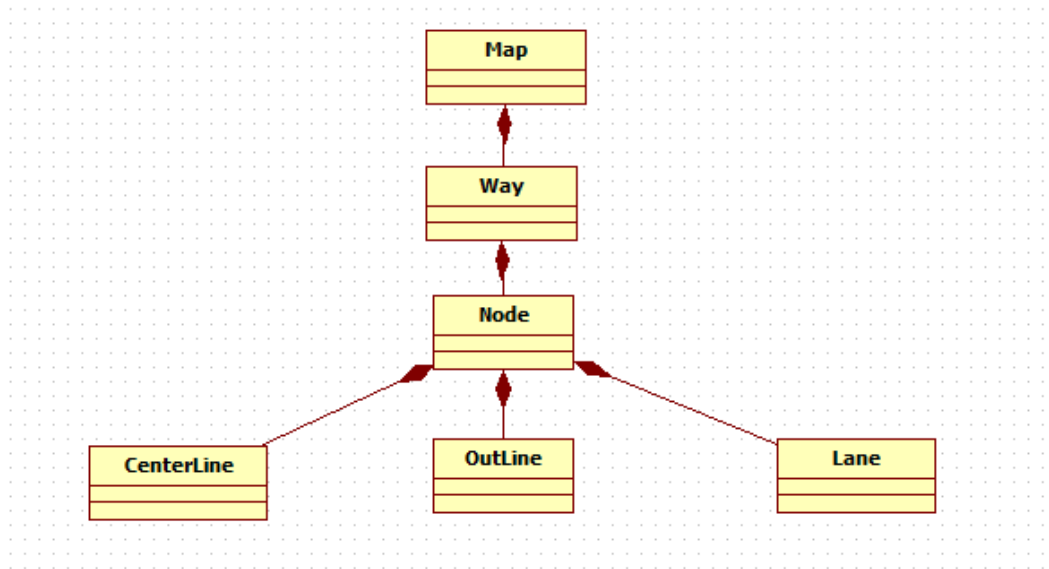
Pro načtení dopravní sítě má člen z třídy *Map*, kromě toho čtení všechny další chování simulace zajišťuje člen z třídy *TimerManager*.



Obrázek 4.1: Objektový model třídy “Simulation”

➤ **Třída “Map”**

Třída *Map* reprezentuje jednu celou dopravní síť. Dopravní síť se skládá z trasy, proto ta třída má seznam tras jako její člen. Ještě třída má různé metody pro zpracování požadavek do dopravní sítě.



Obrázek 4.2: Objektový model třídy “Map”

- **Třída “Way”**

Ta třída reprezentuje jednu trasu. Trasa se skládá z uzlu. Má tedy seznam uzlů jako její člen.

- Třída “Node”

Ta třída reprezentuje jeden uzel. Jeden uzel může být spojený s víc uzly. Proto má seznam tříd *CenterLine*, *OutLine*, *Lane* jako její člen.

- Třída “CenterLine”

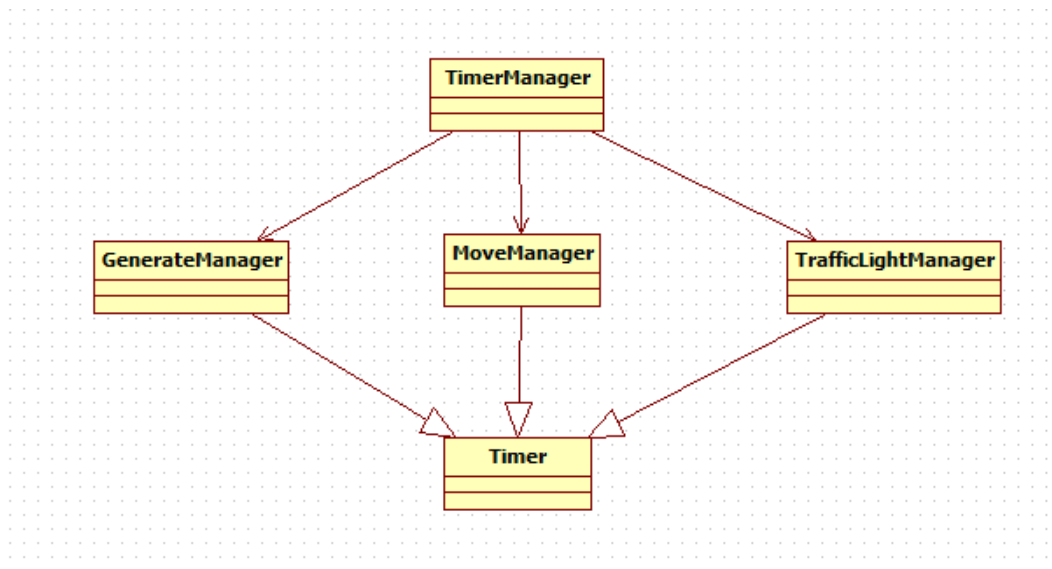
Ta třída reprezentuje vlastně jednu čárku, která se spojuje mezi uzly.

- Třída “Lane”

Ta třída reprezentuje jeden pruh, kde vozidlo jezdí. Aby se počítalo, kolik vozidel je v pruhu, má třídu *VehicleFlow* jako její člen.

➤ Třída “TimerManager”

Třída *TimerManager* zpracovává požadavky z generování vozidel, pohyb vozidel a řízení semaforu. Proto ta třída má třídy *GenerateManager*, *MoveManager*, *TrafficLightManager*, které jsou potomky třídy *Timer*, jako její člen.



Obrázek 4.3: Objektový model třídy “TimerManager”

- Třída “GenerateManager”

Ta třída zajišťuje generování vozidel. S parametry *Vehicle Flow* a *Car Percentage* generuje další vozidlo, automobil nebo nákladní auto. Generovaný vozidlo přidá do fronty vozidel. Tj. statická třída *VehicleList*.

- Třída “MoveManager”

Ta třída zajišťuje pohyb vozidel. Načte všechna vozidla z fronty, pomocí jejich simulačnímu modelu se počítá další pozice za určitý čas. Simulační model realizuje třída *SimulationModel*.

- Třída “TrafficLightManager”

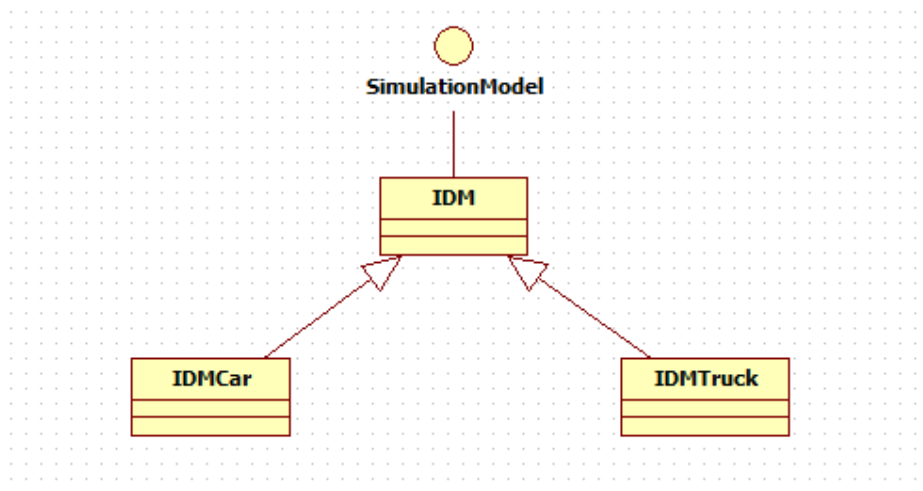
Ta třída zajišťuje řízení semaforů. Načte všechny semaforey, pomocí jejich řídicí modelu určuje stav každého semaforu. Statická třída *TrafficLightList* mají všechny semaforey v dopravní síti, jejich řídicí model implementuje třída *TrafficLight*.

- Třída “Timer”

Ta abstraktní třída realizuje časový spínač. Třídy *GenerateManager*, *MoveManager*, *TrafficLightManager* jsou její potomky.

➤ Třída “SimulationModel”

Ta třída je jeden z nejdůležitějších tříd v projektu. Realizuje simulační model. Jejím úkolem je získat aktuální zrychlení. Metoda *GetCurrAcc* dává aktuální zrychlení.



Obrázek 4.4: Objektový model třídy “SimulationModel”

- Třída “IDM”

Ta třída implementuje simulační model “Inteligentní řídicí model”. (Viz. 3.2.1)

- Třída “IDMCar”

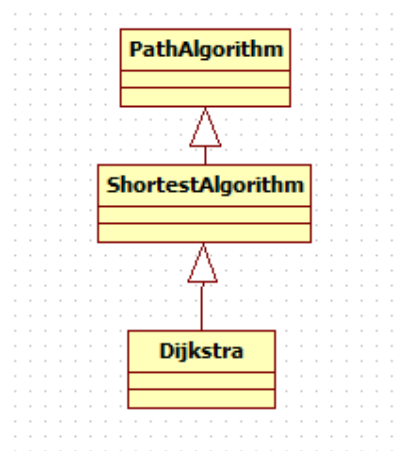
Ta třída implementuje simulační model “Inteligentní řídicí model” automobilu.

- Třída “IDMTruck”

Ta třída implementuje simulační model “Inteligentní řídicí model“ nákladního auta.

➤ Třída “PathAlgorithm”

Určuje cestu vozidla v dopravní síti. Projekt obsahuje jediný algoritmus “Dijkstra” pro určení cesty vozidla.



Obrázek 4.5: Objektový model třídy “PathAlgorithm”

- Třída “ShortestAlgorithm”

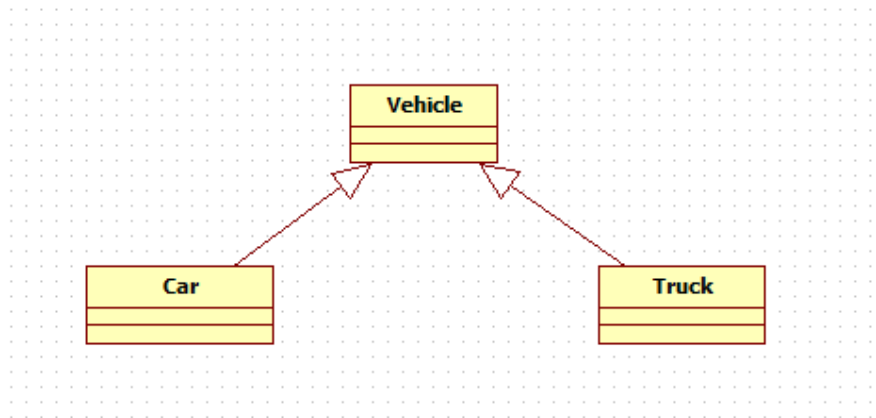
Ta třída určuje nejkratší cestu vozidla.

- Třída “Dijkstra”

Ta třída implementuje algoritmus “Dijkstra” pro určení nejkratší cesty.

➤ Třída “Vehicle”

Ta třída reprezentuje vozidlo. Má třídy *SimulationModel*, *PathAlgorithm* jako její člen.



Obrázek 4.6: Objektový model třídy “Vehicle”

- Třída “Car”

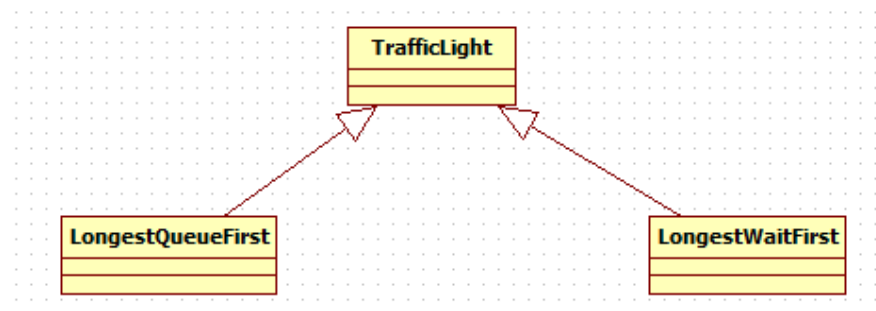
Ta třída je potomka třídy *Vehicle*. Reprezentuje automobil.

- Třída “Truck”

Ta třída je potomka třídy *Vehicle*. Reprezentuje nákladní auto.

➤ **Třída “TrafficLight”**

Ta třída realizuje řízení jednoho semaforu. Řízení semaforu nezáleží na počtu křižovatek.



Obrázek 4.7: Objektový model třídy “TrafficLight”

- Třída “LongestQueueFirst”

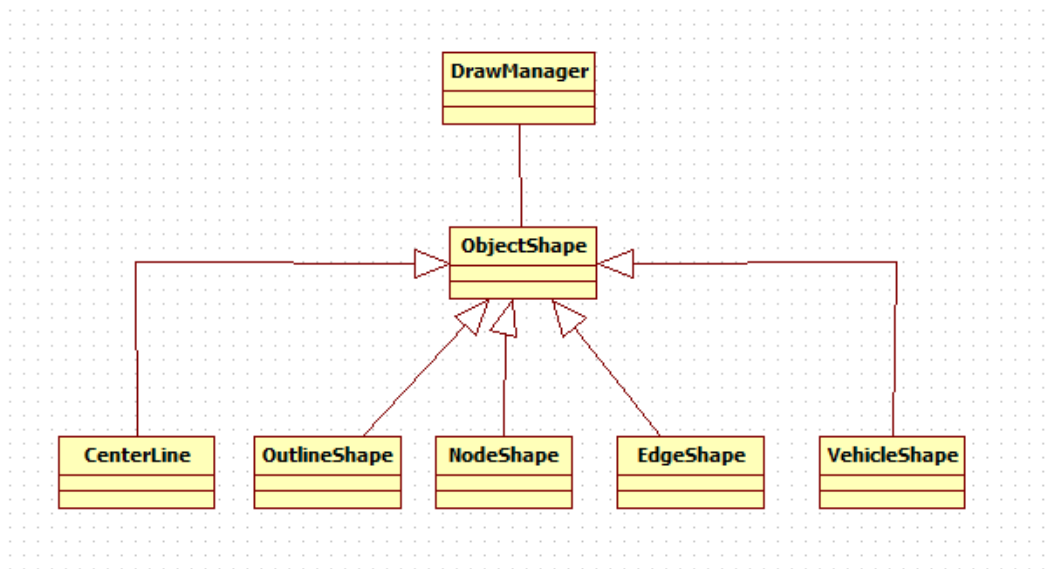
Ta třída reprezentuje jeden způsob řízení semaforu. Dá do fronty na čekání, kde je nejvíc vozidel, přednost otevřít, aby prošla vozidla.

- Třída “LongestWaitFirst”

Ta třída reprezentuje jeden způsob řízení semaforu. Dá do fronty na čekání, kde je vozidel čekající nejdéle, přednost otevřít, aby prošla vozidla.

➤ **Třída “DrawManager”**

Ta statická třída zajišťuje všechna grafická zpracování. Má tři důležité metody *Draw*, *Clear*, *Remove*.



Obrázek 4.8: Objektový model třídy “DrawManager”

- Třída “ObjectShape”

Ta třída reprezentuje grafickou formou objektu.

- Třída “CenterLine”

Ta třída reprezentuje grafickou formou třídy *CenterLine*.

- Třída “OutLineShape”

Ta třída reprezentuje grafickou formou třídy *OutLineShape*.

- Třída “EdgeShape”

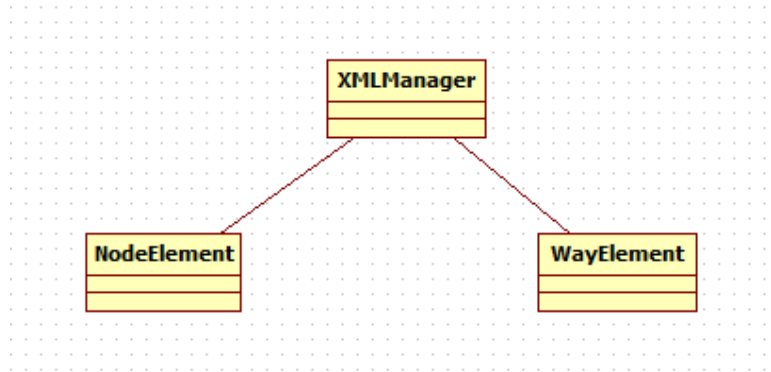
Ta třída reprezentuje grafickou formou třídy *EdgeShape*.

- Třída “VehicleShape”

Ta třída reprezentuje grafickou formou třídy *VehicleShape*.

➤ **Třída “XMLManager”**

Ta třída zajišťuje načíst xml soubor do dopravní sítě a ukládat dopravní síť do xml souboru.



Obrázek 4.9: Objektový model třídy “XMLManager”

- Třída “NodeElement”

Ta třída reprezentuje jeden prvek uzlu v xml souboru.

- Třída “WayElement”

Ta třída reprezentuje jednu trasu v xml souboru.

➤ **Třída “MapEditor”**

Ta třída realizuje vytvořit a upravit dopravní síť. Má čtyři důležité metody – *OpenMap*, *SaveMap*, *SaveAsMap*, *NewMap*.

➤ **Ostatní třídy**

- Třída “Constants”

Ta třída obsahuje několik konstantní hodnoty pro simulaci.

- Třída “GeometryManager”

Ta třída zajišťuje všechny geometrické výpočty, které budou použité v projektu.

- Třída “TrafficLightList”

Ta statická třída obsahuje všechny semaforey v dopravní síti.

- Třída “VehicleFlow”

Ta třída obsahuje vozidla, která cestují v daném pruhu.

- Třída “VehicleList”

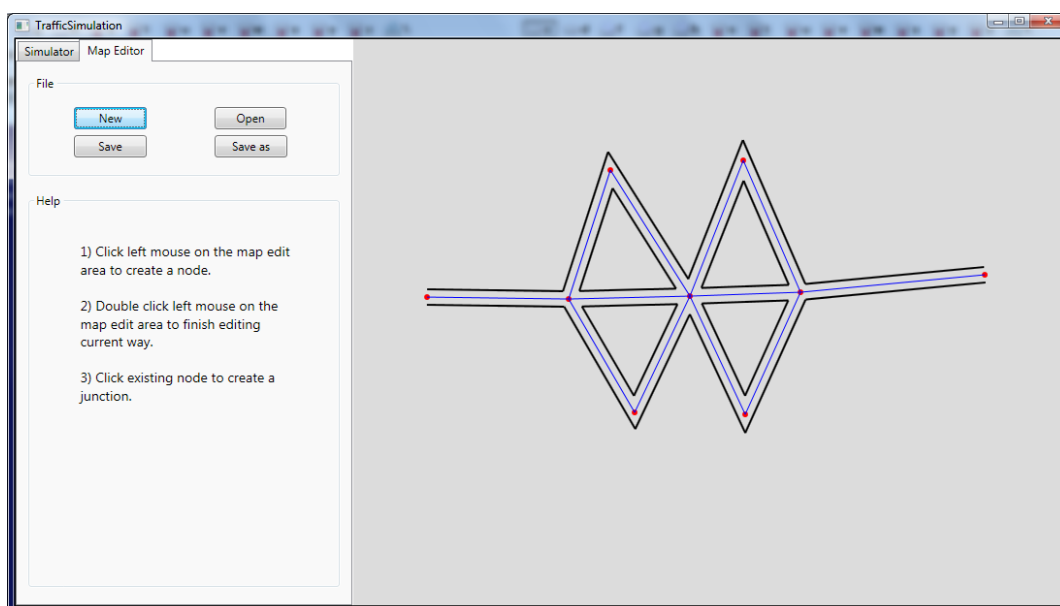
Ta statická třída obsahuje všechna vygenerovaná vozidla.

Kapitola 5

Uživatelská dokumentace

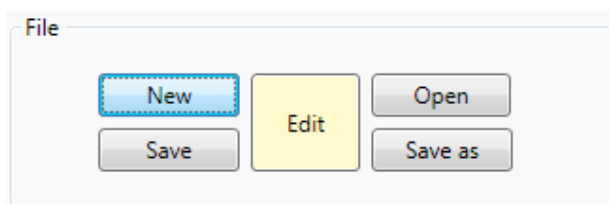
5.1 Editor dopravní sítě

Editor dopravní sítě umožňuje uživateli vytvořit a upravit dopravní sítě. Níže je jeho náhled. (Obrázek 4.1) Editor má dvě velké části – hlavní menu a oblast na kreslení.



Obrázek 5.1: Editor dopravní sítě

Hlavní menu



Obrázek 5.2: Hlavní menu editoru

Vlevo nahoře v okně editoru je hlavní menu – New, Open, Save, Save as, Edit. Funkčnosti jednotlivého tlačítka jsou následující.

- New – Vytvoří novou dopravní síť. Po kliknutí toho tlačítka bude čistá oblast na kreslení, kde je vpravo v okně.
- Open – Otevírá existující dopravní síť ze souboru. Rozšíření souboru dopravní síť je “map”.
- Save – Ukládá dopravní síť do souboru. Když upravená síť má svůj souborový název, ukládá přímo do toho souboru, jinak se chová stejně jako “Save as”.
- Save as – Ukládá dopravní síť do jiného souboru.
- Edit – To tlačítko umožňuje upravovat dopravní síť, která byla otevřena pro simulaci.

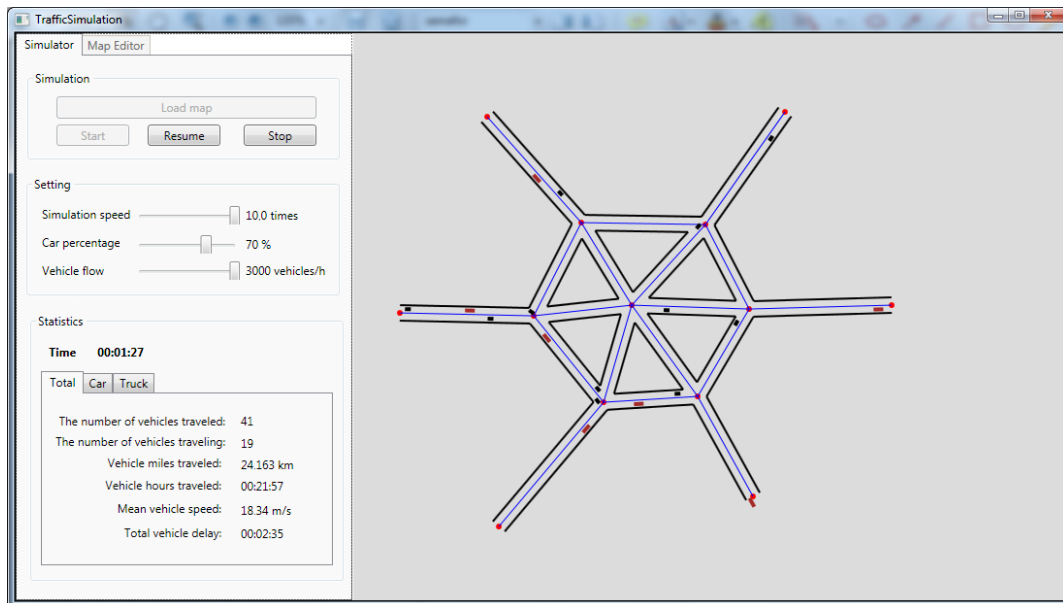
Editování dopravní sítě

Editování dopravní sítě se probíhá kliknutím oblasti na kreslení, kde je vpravo v okně. Dopravní síť se skládá trasou. Trasa se skládá uzlem. Níže jsou metody, jak edituje dopravní síť.

- Kliknutím levým tlačítkem myši
 - Pokud je první kliknutí po ukončení editování bývalé trasy, vytvoří novou trasu a přidá jeden uzel do toho.
 - Pokud není první kliknutí po ukončení editování bývalé trasy, přidá jeden uzel do současné editované trasy.
- Dvakrát kliknutím levým tlačítkem myši – Končí editování současné editované trasy.

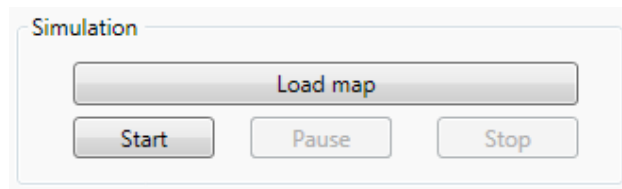
5.2 Simulátor

Simulátor ukazuje průběh simulace, tj. průběh provozu vozidel a statistický výstup, umožňuje uživateli změnit parametry simulace kdykoliv. Níže je jeho náhled. (Obrázek 4.3) Simulátor má čtyři velké části – hlavní menu, nastavení parametrů simulace, statistický výstup simulace, oblast na ukázání provozu vozidel.



Obrázek 5.3: Simulátor

Hlavní menu

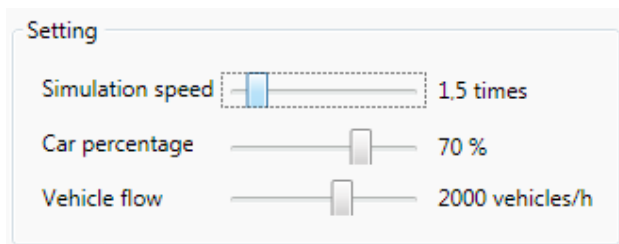


Obrázek 5.4 : Hlavní menu

Vlevo nahoře v okně simulátoru je hlavní menu – Load map, Start, Pause, Resume, Stop. Funkčnosti jednotlivého tlačítka jsou následující.

- Load map – Otevírá dopravní síť z souboru, která bude potřebovat ke simulaci.
- Start – Začíná se nová simulace. To tlačítko je znemožní, pokud není žádná dopravní síť k dispozici.
- Pause – Zastaví probíhající simulaci na chvíli. Po kliknutí toho tlačítka, již to tlačítko bude zmizet a objeví se tlačítko “Resume”.
- Resume – Pokračuje zastavený simulaci. Po kliknutí toho tlačítka, již to tlačítko bude zmizet a objeví se tlačítko “Pause”.
- Stop – Úplně zastaví probíhající simulaci.

Nastavení parametrů simulace

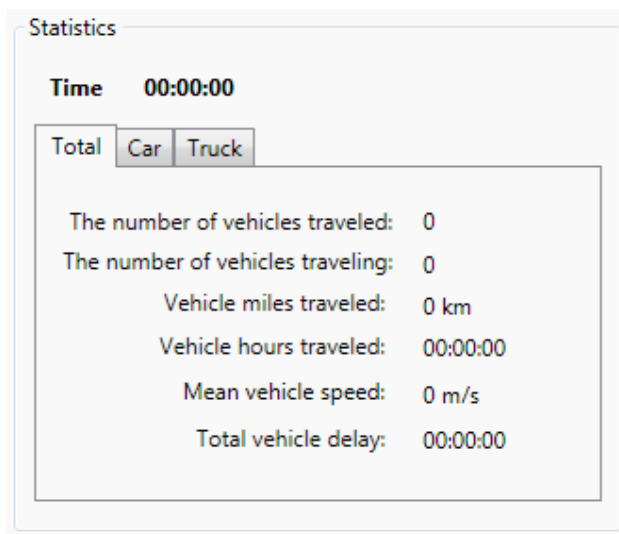


Obrázek 5.5 : Nastavení parametrů simulace

Hned pod hlavním menu simulátoru je sekce pro nastavení parametrů simulace. V té sekci můžete nastavit parametrů simulace kdykoliv. Význam a interval hodnot jednotlivého parametru jsou následující.

- Simulation speed – Ten parametr ukazuje, jak se simulace rychle probíhá. Čím větší hodnota toho parametru, tím bude rychlejší simulace. Je v intervalu 0.1 až 10.0. Defaultní hodnota je 1.5.
- Car percentage – Ten parametr určuje kolik procent bude vygenerovaná auta ze všech. Je v intervalu 0 až 1000. Defaultní hodnota je 70.
- Vehicle flow – Ten parametr určuje kolik vozidel bude vygenerováno za hodinu. Je v intervalu 500 až 3000. Defaultní hodnota je 2000.

Statistický výstup



Obrázek 5.6 : Statistický výstup

Vlevo dole v okně simulátoru je statistický výstup. Poskytuje statistiku podle typu vozidel a všech vozidel. Simulátor simuluje dva typy vozidel – automobile a nákladní

auto, takže budou tři různé statistiky. Význam jednotlivé položky v statistice jsou následující.

- The number of vehicles traveled – počet vozidel, které již docestovaly.
- The number of vehicles traveling – počet vozidel cestujících v současné době.
- Vehicle miles traveled – vzdálenost, kterou dosud cestovaly všechna vozidla, které již docestovaly, i cestuje v současné době.
- Vehicle hours traveled - doba, kterou dosud cestovaly všechna vozidla, které již docestovaly, i cestuje v současné době.
- Mean vehicle speed – $\text{Vehicle miles traveled} / \text{Vehicle hours traveled}$
- Total vehicle delay – doba, kterou dosud zdržely všechna vozidla, které již docestovaly, i cestuje v současné době.

Oblast na ukázání provozu vozidel

Vpravo v okně simulátoru je oblast na ukázání provozu vozidel. V té oblasti ukazuje provoz vozidel po časech.

Kapitola 6

Závěr

Cílem projektu byl vytvořit simulační nástroj a grafický editor dopravní sítě. Sice byly splněny všechny požadavky v specifikaci, je tam stále některé věci co rozšířit. Např. Současný projekt nepodporuje více pruhů než jeden v silnici ve stejném směru, řízení semaforu není neoptimálnější a více typů semaforu. Projekt simuluje pouze dva typy vozidel. Takhle dokončený projekt není tak úplný, ale jeho vývoj nebyl tak jednoduchý. Měly se učit různé matematické modely, při vývoji se potkal často výpočet matematických věcí. Ale na jiné straně, měl jsem zážitek na postavení simulačního modelu a dozvěděl jsem, jak je složitý postavit optimální simulační model.

Literatura

[1] Martin Treiber, Institute for Transports and Economics, Dresden University of Technology.

Microsimulation of road traffic

<http://www.traffic-simulation.de>

[2] Martin Treiber, Institute for Transports and Economics, Dresden University of Technology.

Intelligent driver model

<http://www.vwi.tu-dresden.de/~treiber/MicroApplet/IDM.html>

[3] Kelly Liu, Department of Physics at National Taiwan Normal University.

Traffic Simulation

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Others/trafficSimulation/applet.html>

[4] Katherine Deibel, Computer Science & Engineering, University of Washington.

Traffic Light Simulations

<http://www.cs.washington.edu/homes/deibel/rt>

[5] Wikipedia

Microscopic traffic flow model

http://en.wikipedia.org/wiki/Microscopic_traffic_flow_model

[6] Wikipedia

Windows Presentation Foundation

http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Presentation_Foundation