

Využití GPU k simulaci silniční dopravy

Daniel Rajf¹

1 Úvod

Simulace se obecně využívají v mnoha odvětvích lidské činnosti. Jeden z možných druhů simulací je simulace silniční dopravy, která může být využita například k analýze konkrétní silniční sítě nebo případně může i pomoci v návrhu nové silniční sítě.

Protože silniční síť může nabývat velkých rozměrů (klidně i desetitisíce křižovatek), aby zahrнула celou požadovanou oblast, simulace takové rozsáhlé sítě může být časově náročná. Cílem této práce bylo tedy implementovat simulaci silniční dopravy, která bude počítána pomocí jednotky Graphics Processing Unit (GPU), a vyzkoušet, zda je pro tento typ výpočtů jednotka GPU vhodná. Dále pak ideálně stejný algoritmus implementovat i pro výpočet pomocí jednotky Central Processing Unit (CPU) a výsledky těchto dvou implementací navzájem porovnat.



Obrázek 1: Ukázka reprezentace jízdního pruhu v modelu s celulárním automatem

2 Popis simulace silniční dopravy

Práce se zaměřuje na mikroskopickou simulaci silniční dopravy, která modeluje pohyb jednotlivých vozidel po silniční síti. Lze ji použít například pro výpočet délky front na křižovatkách nebo průměrné doby čekání na křižovatkách. Simulace se ve většině případů posouvá v čase ve fixních krocích. V každém kroku je nutné přepočítat polohu vozidla, případně i další data o vozidle.

U mikroskopických simulací dopravy se nejčastěji používá model s celulárním automatem představen v Nagel a Schreckenberg (1992) nebo model následování vozidel (car-following model – Panwai a Dia (2005)). U modelu s celulárním automatem jsou jízdní pruhy, po kterých vozidla jezdí, rozděleny na buňky o pevné velikosti, viz obr. 1. Každá tato buňka může být buď volná, nebo zabrána právě jedním vozidlem, které na ní zrovna stojí. Model následování vozidel se nejvíce liší v tom, že jízdní pruhy nejsou rozděleny na buňky. Vozidlo může být umístěno na kteroukoliv pozici v daném jízdním pruhu.

3 Popis řešení

Byla vytvořena aplikace, která umožňuje vygenerovat síť křižovatek a následně na ní spustit simulaci. Pro samotnou simulaci byl implementován model s celulárním automatem. Lze zvolit, zda bude pro výpočet použita jednotka CPU nebo GPU. Pro spuštění výpočtu na

¹ student navazujícího studijního programu Inženýrská informatika, obor Softwarové inženýrství, specializace Softwarový inženýr, e-mail: rajf@students.zcu.cz

GPU je použita technologie OpenCL. Implementace pro CPU a pro GPU byly navrženy tak, aby si co nejvíce odpovídaly.

Při použití GPU je nejprve stav simulace zkopírován do paměti GPU, následně je provedeno větší množství časových kroků a až poté je stav zkopírován zpět do paměti RAM. Tím je zajištěno efektivní využití jednotky GPU.

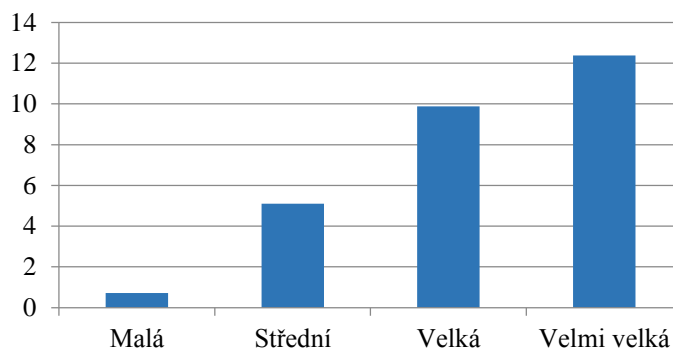
4 Výsledky

Byla změřena doba běhu u obou implementací. Pro testování byly použity 4 různé velikosti simulace, viz tab. 1. Urychlení při použití GPU místo CPU je zaznamenáno na obr. 2.

Pro malou velikost simulace byla rychlost simulace mírně vyšší při výpočtu pomocí CPU. Při použití větších velikostí však byla jednotka GPU rychlejší. Z naměřených dat lze usoudit, že čím větší silniční síť je, tím je implementace pro GPU s využitím OpenCL efektivnější. V případě, kdy byla použita velmi velká silniční síť, výpočet pro 600 kroků simulace trval na CPU okolo 12 sekund. Při použití GPU tento výpočet trval 0,9 sekundy. Při použití GPU na takto velké silniční síti je tedy výpočet více než desetkrát rychlejší.

Velikost simulace	Počet křižovatek	Počáteční počet vozidel
Malá	10×10 (100)	500
Střední	50×50 (2 500)	12 000
Velká	100×100 (10 000)	50 000
Velmi velká	220×220 (48 400)	250 000

Tabulka 1: Testované velikosti simulace



Obrázek 2: Zrychlení výpočtu při použití GPU oproti CPU

5 Závěr

S vytvořenou aplikací je možné simulaci provádět jak na GPU tak na CPU, což umožňuje porovnání času potřebného k doběhnutí simulace. V některých případech byla jednotka GPU více než desetkrát rychlejší než při použití CPU.

Literatura

Nagel, Kai a Schreckenberg, Michael (1992) A Cellular Automaton Model for Freeway. *Journal de Physique I*.

Panwai, Sakda a Dia, Hussein (2005) Comparative Evaluation of Microscopic Car-Following. *IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems*.