



Porovnání algoritmů pro dělení silniční sítě

Lucie Roy¹

1 Úvod

V dnešní době, kdy je ve velkoměstech velká hustota obyvatel a tím pádem i hodně dopravních prostředků, není jednoduché zachovat plynulost dopravy. Jedním z nástrojů, který tomu může pomoci, je distribuovaná simulace dopravy umožňující mj. předvídat, jak bude doprava vypadat při uzavírce pruhu nebo změně světelných plánů křižovatek. Distribuovaná simulace se používá hlavně pro simulace velkých sítí (např. celého velkoměsta). Tato simulace využívá více propojených počítačů a každý počítač simuluje pouze část silniční sítě. Proto je nutné silniční síť před samotnou simulací rozdělit. Jelikož kvalita dělení může hodně ovlivnit rychlost simulace, bylo již vytvořeno několik algoritmů řešících tento problém.

Kvalita algoritmů je často testována na různých sítích, jsou implementovány v různých jazycích, a proto je vzájemné porovnání na základě testů popsaných ve vědeckých publikacích obtížné. Cílem této práce bylo vytvořit nástroj umožňující porovnání různorodých algoritmů v jednotném prostředí. Díky tomuto nástroji budou algoritmy implementovány v jednom jazyce a testovány stejnou sadou testů. Kromě samotného nástroje byly implementovány a porovnány tři vybrané algoritmy.

2 Vytvořený nástroj a vybrané dělicí algoritmy

Byla vytvořena desktopová aplikace v jazyce Java s uživatelským rozhraním. Tato aplikace umožňuje přidávat nové dělicí algoritmy pomocí reflexe. Uživatel si do ní může nahrát graf, který má v GeoJSON souboru, ten si zobrazit a rozdělit podle libovolného algoritmu dostupného v aplikaci. Následně je i v aplikaci možné toto dělení graficky znázornit. Také je zde možné otestovat všechny dělicí algoritmy najednou se stejnými testovacími daty několikrát za sebou.

Byly implementovány tři algoritmy, a to METIS, SPArTSim a Inertial Flow. Algoritmy byly vybrány na základě kvality jejich popisu, který musel být dostatečný pro následnou implementaci pro účely této práce, požadovaných dat pro běh algoritmu a vhodnosti pro homogenní statické dělení silniční sítě. Zároveň byly vybrány algoritmy, které si nejsou navzájem moc podobné.

Algoritmus METIS je jedním z pokročilejších algoritmů pro dělení grafu. Tento algoritmus používá víceúrovňové schéma, kde se provede nejdříve zhrubnutí grafu, poté se zhrubnutý graf rozdělí a nakonec se provede zjemnění grafu [Karypis a Kumar (1999)].

Dalším algoritmem je SPArTSim, který patří do kategorie dělicích algoritmů, které byly vytvořeny speciálně pro dělení dopravní sítě. Tento algoritmus má čtyři hlavní části: inicializaci, růst, vyvážení a propojení. Při inicializaci se vyberou nejvhodnější počáteční vrcholy, kterých je tolik, jako je požadovaných částí. Z vybraných vrcholů se jednotlivé části dále rozrůstají,

¹ studentka bakalářského studijního programu Informatika a výpočetní technika, obor Informatika, e-mail: koudelko@students.zcu.cz

pokud už ani jedna část nemá kam růst, pak se provede vyvážení jednotlivých částí a jelikož je možné, že se během vyvážení některé části rozpojily, spojí se některé sousední části do jedné tak, aby výsledné dělení mělo požadovaný počet částí a bylo co nejvyváženější [Ventresque et al. (2012)].

Posledním implementovaným algoritmem je Inertial Flow. Tento algoritmus funguje na bázi řazení vrcholů grafu podle výskytu jejich ortogonálního obrazu na zvolené přímce. Z prvních několika vrcholů se vytvoří jeden hromadný vrchol a z posledních několika vrcholů také. Mezi těmito hromadnými vrcholy se poté najde maximální tok a v hranách náležících maximálnímu toku se provede řez grafem, tím vznikne minimální řez [Schild a Sommer (2015)]. Jelikož v grafu může existovat více možností minimálního řezu a v článku nebyla popsána metoda, jak vybrat tu nejlepší, byla implementována vlastní metoda pro účely této práce. Metoda vybírá minimální řez, který vytvoří nejvyváženější dělení.

Funkčnost vytvořené aplikace byla demonstrována na všech implementovaných algoritmech, které byly pomocí aplikace otestovány a porovnány. Hodnoceny byly tyto vlastnosti: čas dělení, relativní odchylka od ideálního vyvážení, počet rozdělených silnic/hran, minimální počet sousedů, maximální počet sousedů a průměrný počet sousedů. Ovšem nedá se říci, že zjištěné hodnoty platí pro zmíněné algoritmy obecně, jelikož jejich implementace nemusí být optimální.

Jako nejstabilnější z implementovaných algoritmů s dobrým kompromisem mezi vyvážením a malým počtem rozdělených hran a malým počtem sousedů mezi částmi se ukázal SParTSim. Pro minimalizaci počtu rozdělených hran a počtu sousedů mezi částmi, s čímž právě souvisí množství komunikace mezi částmi, by se nejvíce hodil Inertial Flow, ovšem ten má často značně nevyvážené dělení. Závěrem lze tedy říci, že při volbě algoritmu, je dobré si ujasnit požadavky dělení a podle nich zvolit dělicí algoritmus.

3 Závěr

V rámci této práce byl vytvořen nástroj pro porovnání algoritmů pro dělení silniční sítě v jednotném prostředí a jednotnou sadou testů. Vytvořený nástroj je plně funkční a umožňuje opakované spuštění testů vybraného algoritmu pro dělení silniční sítě s vybranou dopravní sítí a dalšími parametry. Veškerý zdrojový kód, testovací data a spustitelná aplikace jsou k dispozici na Github.com¹, kde je možné si to stáhnout a otestovat vlastní dělicí algoritmy.

Literatura

- Karypis, George; Kumar, Vipin. A Fast and High Quality Multilevel Scheme for Partitioning Irregular Graphs. *Siam Journal on Scientific Computing*. 1999, roč. 20, č. 1, s. 359–392. Dostupné z doi: 10.1137/S1064827595287997.
- Ventresque, Anthony et al. SParTSim: A Space Partitioning Guided by Road Network for Distributed Traffic Simulations. In: *2012 IEEE/ACM 16th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications*. 2012, s. 202–209. Dostupné z doi: 10.1109/DS-RT.2012.37.
- Schild, Aaron; Sommer, Christian. On Balanced Separators in Road Networks. In: *BAMPIS, Evripidis (ed.). Experimental Algorithms*. Cham: Springer International Publishing, 2015, s. 286–297. isbn 978-3-319-20086-6.

¹<https://github.com/Lulu1234/RoadNetworkPartitioning>