

УДК 004.3+519.681.5

ПРОБЛЕМА РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ПІД ЧАС АГРЕГОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ВЕЛИКОГО МІСТА

Михайло Яджак, Олександр Поліщук

*Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України,*

Львівський національний університет імені Івана Франка

yadzhak_ms@ukr.net, od_polishchuk@ukr.net

Автотранспортна система (АТС) великого міста є прикладом реальної складної мережевої системи із частково впорядкованим рухом потоків. У ній лише певна частина потоків проходить за визначеним графіком. Відомі математичні моделі [2] достатньо повно описують процеси, що протікають в АТС у некритичних умовах її функціонування, але не можуть вирішити низку важливих проблем, наприклад, не допустити або усунути перевантаження шляхів у години пік, попередити причини виникнення заторів тощо. У цьому випадку застосування методів інтерактивного оцінювання поведінки систем із повністю впорядкованим рухом потоків [1] є не зовсім зручним через наявність значної кількості негативних випадкових впливів (дорожньо-транспортні пригоди, кліматичні умови, загрози терористичного акту, початок військових дій, техногенні аварії, протестні акції населення тощо), які порушують установлені режим функціонування. Тому для оцінювання стану та процесу функціонування АТС міста в [3] була запропонована інтерактивна методика на основі методів U -статистик. Ця методика поєднує локальне, прогностичне та агрегроване оцінювання об'єктів АТС міста і використовує значні обсяги даних, які надходять неперервно практично в режимі реального часу. Отже, для ефективної реалізації згаданої методики на сучасних обчислювальних засобах потрібно розробляти та досліджувати відповідні паралельні алгоритми, зокрема і для здійснення агрегovanого оцінювання.

Загалом, залежно від кінцевої мети, у даному випадку можна виділити декілька процедур агрегovanого оцінювання, в яких узагальнені висновки будуються для сукупностей локальних оцінок стану шляху та/або роботи світлофорів на ньому. Перерахуємо ці висновки для розглянутих процедур:

- 1) висновки $V1$ – $V4$, які характеризують відповідно стан елементарних ділянок, ребер, підмереж районів (з урахуванням пріоритетності ребер) та всієї інфраструктури АТС міста (з урахуванням пріоритетності районів);
- 2) $V5$ – $V8$: про ефективність роботи на шляхах міста окремих світлофорів, сві-

тлофорів регульованих перехресть, районів (з урахуванням пріоритетності перехресть), міста (з урахуванням пріоритетності районів);

3) $V9$ – $V11$, які характеризують поточну завантаженість елементарних ділянок, ребер, окремого маршруту (з урахуванням пріоритетності ребер);

4) $V12$ – $V14$: про поточну роботу окремих світлофорів, світлофорів регульованих перехресть, маршруту (з урахуванням пріоритетності світлофорів);

5) $V15$ – $V17$, які характеризують поточний стан елементарних ділянок, ребер та автошляхів окремого району (з урахуванням пріоритетності ребер);

6) $V18$ – $V20$: про поточну роботу окремих світлофорів, світлофорів регульованих перехресть, окремого району міста (з урахуванням пріоритетності світлофорів);

7) $V21$ – $V24$, що характеризують поточний стан елементарних ділянок, ребер, підмереж усіх районів та автошляхів міста загалом (за пріоритетністю ребер);

8) $V25$ – $V28$: про поточну роботу окремих світлофорів, світлофорів регульованих перехресть, усіх районів та міста (за пріоритетністю світлофорів).

У [4] запропонована ефективна алгоритмічна конструкція організації паралельних обчислень для побудови лише узагальнених висновків $V1$ – $V4$ і $V5$ – $V8$. Тому нами пропонуються та досліджуються алгоритмічні конструкції для паралельного виконання обчислень під час формування висновків $V9$ – $V28$. При цьому враховується, що деякі процедури агрегованого оцінювання можна реалізувати одночасно, до того ж окремі висновки можуть бути сформовані одночасно для декількох однотипних об'єктів міста (перехресть, маршрутів, районів). Для побудованих паралельних алгоритмів агрегованого оцінювання одержано оцінки прискорення, які підтверджують їх високу ефективність. Ці алгоритми є сукупностями фрагментів у вигляді автономних гілок, тому їх легко відобразити для реалізації на сучасних обчислювальних засобах зі спільною та розподіленою пам'яттю.

1. *Поліщук Д.О., Поліщук О.Д., Яджак М.С.* Комплексне детерміноване оцінювання складних ієрархічно-мережевих систем: IV. Інтерактивне оцінювання // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2016. – № 1. – С. 7–16.
2. *Швейцов В.И.* Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 3–46.
3. *Polishchuk O.D., Yadzhak M.S.* Analyzing operation efficiency of a city transportation system by the U -statistics methods. I. Interactive evaluation of continuous monitoring results // *Cybernetics and Systems Analysis*. – 2022. – **58**, No. 3. – P. 440–449.
4. *Polishchuk O.D., Yadzhak M.S.* Optimization of interactive evaluation of operation efficiency of the city's transport system by methods of U -statistics // *arXiv.2212.14560 [physics.soc-ph]*. – 2022. – 12 p. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.14560>

THE PROBLEM OF COMPUTATIONS PARALLELIZATION FOR THE AGGREGATIVE EVALUATION OF A BIG CITY'S MOTOR TRANSPORT SYSTEM

Aggregated evaluation procedures for analysis of operation quality of the big city's motor transport system using U -statistics methods are considered. Effective parallel algorithms for the realization of these procedures on modern computing means are proposed. Speedup estimates for these algorithms are obtained.