

УДК 004.724.4

Олександр Калюжний,
Юрій Кулаков,
Михайло Діброва

СПОСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ БАГАТОШЛЯХОВОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТКОВО-ПЕРЕСІЧНИХ ШЛЯХІВ

A METHOD FOR ORGANIZING MULTIPATH ROUTING USING PARTIALLY-OVERLAPPING PATHS

В роботі запропоновано модифікований хвильовий алгоритм пошуку шляхів, котрий дозволяє покращити пропускну здатність та забезпечити більш оптимальне балансування навантаження мережі. В основі даного алгоритму лежить пошук та використання частково-пересічних маршрутів передачі даних.

Ключові слова: багатошляхова маршрутизація, хвильовий алгоритм, частково-пересічні маршрути

In this work we propose a modified wave algorithm for finding paths, which can improve the bandwidth and provide a more optimal load balancing of network. The basis of this algorithm is the search and use of partially overlapping routes.

Key words: multipath routing, wave algorithm, partially-overlapping path

Актуальність теми дослідження. Розширення сфери використання комп'ютерних мереж та підвищення їх навантаженості вимагає більш високі вимоги до якості обслуговування та використанню доступних ресурсів. Дана робота присвячена способу організації багатошляхової маршрутизації, як одному із способів покращення роботи мережі.

Постановка проблеми. Покращення існуючих методів багатошляхової маршрутизації за допомогою використання частково-пересічних маршрутів передачі даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні способи формування множини шляхів передачі даних основані на алгоритмах пошуку у глибину, пошуку у ширину або комбінаторних методах. Більшість таких алгоритмів маршрутизації [1, 2] розроблені для пошуку непересічних маршрутів, котрі в свою чергу не можуть повністю використовувати всі ресурси мережі. Так у роботі [3] розглянуто хвильовий алгоритм маршрутизації, котрий адаптований під пошук множини непересічних маршрутів. У роботі [4] також розглянуто модифікацію методу гілок та меж адаптованого під багатошляхову маршрутизацію.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Дана стаття присвячена способу організації багатошляхової маршрутизації за допомогою використання частково-пересічних маршрутів. Дослідження сфокусовано на алгоритмі маршрутизації котрий може сформувавати саме частково-пересічні маршрути.

Постановка завдання. Завданням є розробити алгоритм маршрутизації, котрий буде знаходити множину частково-пересічних шляхів передачі даних всередині мережі і буде оптимальним по часовій складності.

Викладення основного матеріалу. Знаходження всіх частково-пересічних маршрутів у графі не є оптимальним варіантом, хоча і можливе, так як це

фактично пошук абсолютно усіх можливих шляхів між двома вузлами. В загалом, таке рішення можливо застосувати, лише у спробі максимально розподілити та збалансувати трафік всередині мережі. Однак це спричинить дуже великі затрати на обрахування шляхів, затримку передачі даних та деякі інші критерії QoS.

Щоб обрати більш оптимальні маршрути та зменшити часову складність їх знаходження в даній роботі представлено модифікацію хвильового алгоритму. Особливістю даного рішення є можливість сформувати множину частково-пересічних маршрутів з обмеженням максимальної довжини шляху.

Пошук частково-пересічних маршрутів на основі класичного хвильового алгоритму має декілька фундаментальних проблем. По-перше – в процесі пошуку, велика кількість маршрутів в результаті утворить цикли. Це спричинено тим, що для знаходження шляхів з перетинами необхідне повторне використання певних вузлів та ліній зв'язку.

Для вирішення даної проблеми в розробленому алгоритмі після першого використання лінії зв'язку від вершини А до вершини В, відбувається видалення зворотного зв'язку В → А.

Також відбувається видалення зв'язків між суміжними вузлами всередині одної хвилі. Що також дозволяє оптимізувати роботу алгоритму.

Для зменшення загальної затримки передачі даних в алгоритм закладено механізм автоматичного відсічення дуже довгих шляхів. Максимальна довжина маршруту, котрий може знайти алгоритм вираховується за формулою:

$$S_{max} = S_{min} + K, \quad (1)$$

де: S_{max} – максимальна довжина шляху, S_{min} – довжина найкоротшого шляху, K – коефіцієнт подовження мінімального шляху.

Формула для знаходження K :

$$K =]S_{min}/2 + 1[\quad (2)$$

При використанні формул (1) та (2) найдовший шлях може бути лише у півтора рази довшим за найкоротший.

Реалізація даного механізму обмеження окрім зменшення затримки передачі даних дозволяє алгоритму зменшити час його виконання. Це викликано тим, що на кожному кроці алгоритм запам'ятовує кількість вершин, котрі належать кожному шляху. В результаті після знаходження найкоротшого шляху, дані про його довжину вносяться до глобальної змінної і після досягнення іншими шляхами значення максимальної довжини заданого формулою (1), алгоритм просто відкидає їх і зупиняє свою роботу.

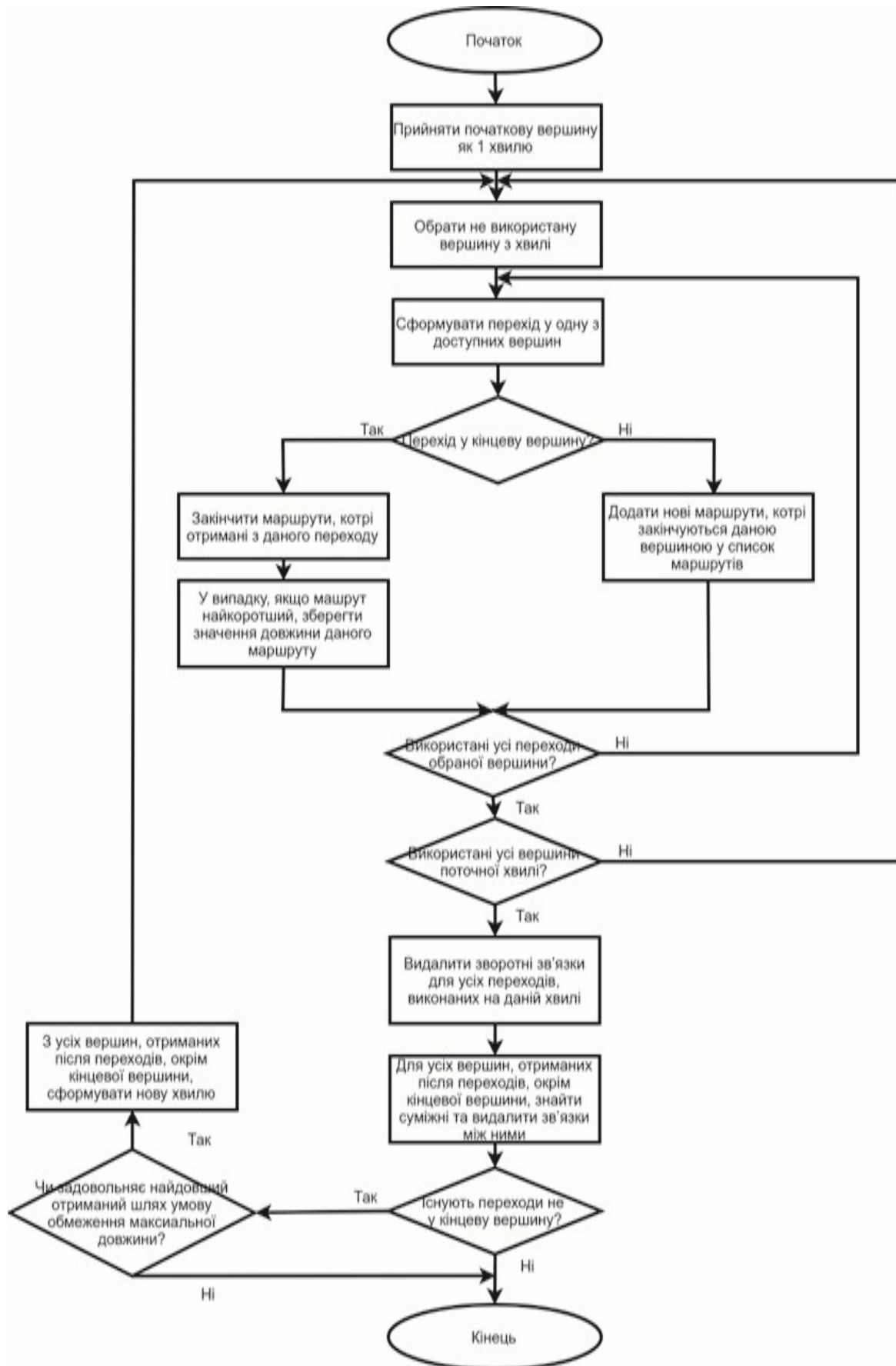


Рис. 1. Блок-схема розробленого алгоритму

Експерименти. Для проведення експериментів було розроблено моделюючу програму котра порівнює кількість елементарних операцій, виконаних розробленим алгоритмом у порівнянні з алгоритмом Дійкстри, модифікованим під пошук частково-пересічних шляхів. Для порівняння було виконано 100 запусків алгоритму на випадково згенерованих графах заданої розмірності. На рис. 6 зображено результати роботи.

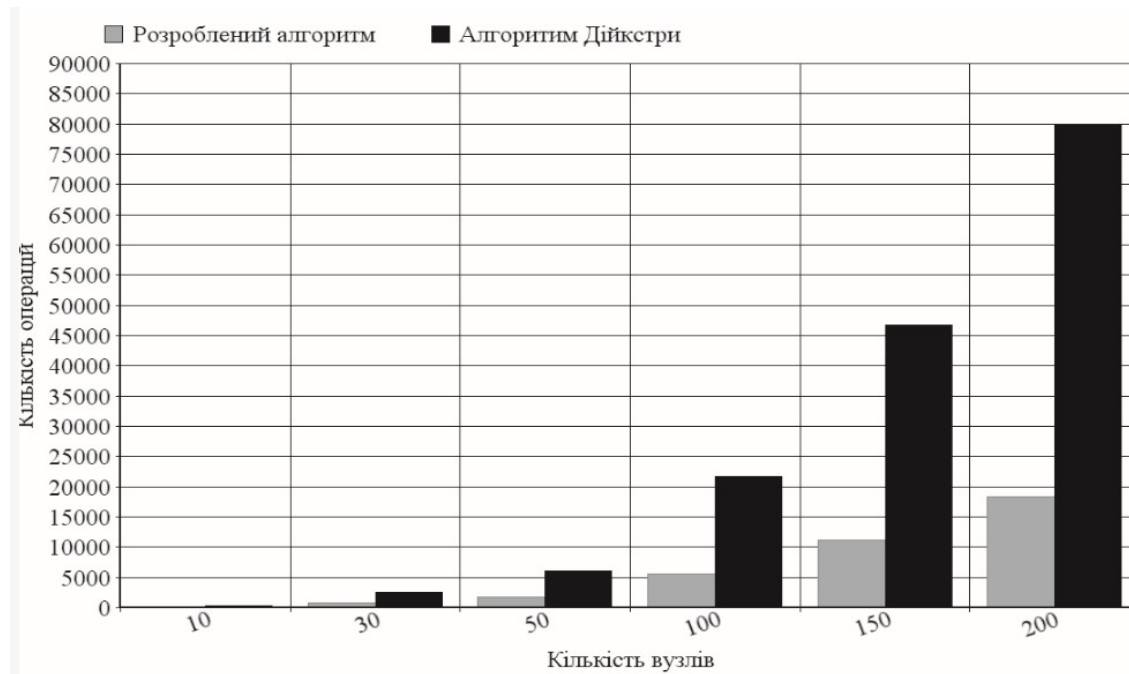


Рис. 2. Залежність кількості виконаних операцій від розмірності мережі

Висновок. Представлений у роботі алгоритм характеризується меншою часовою складністю у порівнянні з класичним алгоритмом, котрий використовується у сучасних мережах. Використання розробленого алгоритму дозволить значно покращити використання доступних ресурсів мережі при збереженні швидкості її роботи.

Список літератури

1. Lee, S. J., & Gerla, M. (2001). Split multipath routing with maximally disjoint paths in ad hoc networks. In Communications, 2001. ICC 2001. IEEE International Conference on (Vol. 10, pp. 3201-3205). IEEE.
2. Marina, M. K., & Das, S. R. (2001, November). On-demand multipath distance vector routing in ad hoc networks. In Network Protocols, 2001. Ninth International Conference on (pp. 14-23). IEEE.
3. Диброва, М. А., Коган, А. В., & Капорин, Р. М. (2016). Способы организации многопутевой маршрутизации. Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: збірник наукових праць. – Київ: Век+, – 2014. №64С. 21-26.
4. Кулаков, Ю. А., Коган, А. В., & Морозовский, Т. О. (2015). Способ организации многопутевой маршрутизации с помощью модифицированного метода ветвей и границ. Вісник Національного технічного університету України КПІ. Інформатика, управління та обчислювальна техніка, (№62), 27-31.

ДОВІДКА ПРО АВТОРІВ

Калюжний Олександр Олегович – студент, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Kaliuzhnyi Oleksandr – student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: sleeper253@gmail.com

Кулаков Юрій Олексійович – професор, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Kulakov Yurii – associate professor, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: ya.kulakov@gmail.com

Діброва Михайло Олександрович – аспірант, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Mykhailo Dibrova – PHD student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

O. Kaliuzhnyi, Y. Kulakov, M. Dibrova

A METHOD FOR ORGANIZING MULTIPATH ROUTING USING PARTIALLY-OVERLAPPING PATHS

Relevance of research topic. Expanding the scope of computer networks and increasing their load requires higher requirements for the quality of service and the using of available resources. This work is devoted to the method of organization of multipath routing as one of the ways to improve network performance.

Target setting. Improving existing multipath routing methods using partially-overlapping data paths.

Actual scientific researches and issues analysis. Modern methods of generating a set of paths are based on algorithms like search in depth, search in width, or combinatorial methods. Most such routing algorithms are designed to find non-overlapping routes, which in turn can not fully utilize all network resources.

Uninvestigated parts of general matters defining. This article is devoted to the method of organization of multipath routing using partial-overlapping routes. The research focuses on the routing algorithm, which can find partial-overlapping routes.

The research objective. The task is to develop a routing algorithm that will find a plurality of partially-overlapping paths in the network and will be optimal in time complexity.

The statement of basic materials. An analysis of existing multipath routing algorithms has been carried out. A modification of the wave algorithm is described, for the possibility of finding partial-overlapping paths. A block diagram of the developed algorithm is presented.

Conclusions. The algorithm presented in the work is characterized by less temporal complexity in comparison with the classical algorithm used in modern networks. Using the developed algorithm will significantly improve the use of available network resources while maintaining the speed of its work.

Key words: multipath routing, wave algorithm, partially-overlapping paths