

УДК 004.77

Орлова М.М. к.т.н, доцент, Мосійчук І.В. магістрант  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім.  
І.Сікорського»

## МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ ПОШУКУ НАЙКОРОТШИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В ОДОРАНГОВИХ МЕРЕЖАХ

**Орлова М.М., Мосійчук І.В. Модифікований алгоритм пошуку найкоротших маршрутів передачі інформації в одорангових мережах.** У статті пропонується модифікований алгоритм пошуку найкоротших маршрутів з метою пришвидшення передачі інформації в одорангових мережах та його порівняння з базовим алгоритмом. Даний алгоритм використовує метод «Rejection Sampling» для визначення проміжкових вузлів шляху передачі даних.

Ключові слова: одорангова мережа, децентралізований алгоритм, граф «Світ тісний».

**Mariia Orlova, Ihor Mosiichuk modified method of searching the shortest rout of transfer data for peer-to-peer network.** This paper describes a algorithm of routing for peer-to-peer corporate network based on decentralized algorithm. Finding the shortest rout of transfer to increase speed of exchanging resources in this network and comparing it with basic algorithm. This algorithm use «Rejection Sampling» method for finding interim peers of transfer's rout.

Keywords: peer-to-peer network, decentralized algorithm, Small-world web.

**Вступ.** Стрімкий розвиток прогресу надає безліч можливостей для комунікації сучасної людини. Мережа Інтернет охоплює весь світ і таким чином пришвидшує взаємодію між людьми на великих відстанях. Виникають нові методи передачі даних, основною вимогою до яких є забезпечення високої швидкодії. Виникають нові види мереж, протоколи та алгоритми взаємодії між відправником та отримувачем інформації. При цьому чим краще структуровано мережу, тим швидша взаємодія.

Одорангові мережі набувають значного поширення. Головною особливістю таких мереж – є робота без центрального сервера, тобто обмін даними між користувачами відбувається на пряму між ними, по рівнозначним зв'язкам. В таких мережах можна спостерігати феномен «Світ тісний». З алгоритмічної точки зору це мережі, в яких передача повідомлень між модулями відбувається з використанням тільки локальної інформації, тобто інформації про вузли, які з'єднані безпосередньо з сусідніми вузлами (модулями) мережі.

В даній роботі розглядаються особливості локальної мережі, побудованої на основі мережі Джона Клайнберга [2], та її функціонування з використанням децентралізованого алгоритму.

**Постановка задачі.** Метою роботи є розробка модифікованого способу передачі пакетів даних між вузлами корпоративної мережі та дослідження його характеристик.

### Теоретичні відомості

Феномен «Світ тісний» виник в соціальній науці, він полягає в тому, що всі люди пов'язані між собою коротким ланцюгом знайомств. Згодом це явище почали вивчати і в інших науках, теорії графів, теорії мереж та використовувати в техніці та ІТ технології.

В теорії графів граф «Світ тісний» має такі властивості: дві довільні вершини  $a$  та  $b$ , які не є суміжними, зв'язані між собою за допомогою невеликої кількості переходів через інші вершини. На рис.1 представлено один з прикладів такого графу.

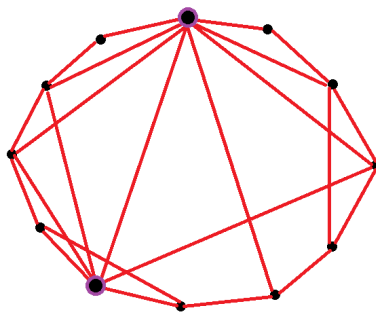


Рис. 1. Граф «Світ тісний»

Характеристика мережі, що описується за допомогою таких графів, полягає в наступних критеріях:

- структура мережі повинна бути відома для сусідніх вузлів;
- мережа містить короткі шляхи до більшості віддалених вузлів;
- зв'язки між вузлами є рівнозначними, тобто мають однакову вагу.

Отже, для побудови шляхів до віддалених вузлів, які не мають безпосередніх зв'язків з даним вузлом (модулем) може бути використана маршрутна інформація від сусідніх вузлів.

Структуру такої мережі можна представити двовимірним графом, вершини цього графа характеризують вузли, а ребра – канали з'єднання, при цьому ребра є ортогональними.

Розглянемо двовимірну мережу, граф якої представляє квадратну матрицю розміром  $n \times n$ , де  $n=6$  (рис. 2).

Розглянемо двовимірну мережу, граф якої представляє квадратну матрицю розміром  $n \times n$ , де  $n=6$  (рис. 2). В цій мережі кожен вузол з'єднаний з  $r$  локальними сусідніми вузлами ( $r > 1$ ) і не з'єднаний з жодним віддаленим вузлом ( $q = 0$ ). А всі зв'язки між вузлами мають однакову вагу.

В такому випадку манхетенська метрика  $d((i, j), (k, l))$  між двома вузлами з координатами  $(i, j)$  і  $(k, l)$ , тобто відстань між двома вузлами мережі, що дорівнює сумі різниць координат вузлів, взятих по модулю, буде визначатися за наступною формулою

$$d((i, j), (k, l)) = |k - i| + |l - j|.$$

Фактично, ця відстань дорівнює кількості кроків між вузлами при передачі обраним маршрутом.

У випадку коли  $q > 0$ , наприклад,  $q=2$  (рис.3), для вузла  $u$  вузли  $v$  та  $w$  є віддаленими модулями (контактами). Тобто вузол  $u$  має локальну інформацію про 4 сусідні вузли та 2 віддалені модулі.

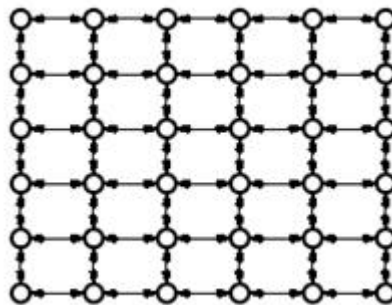


Рис. 2. Двовимірні сітка з  $n = 6, q = 0$

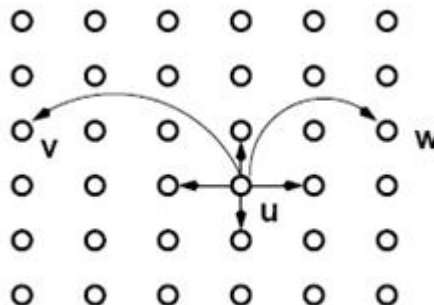


Рис. 3. Контакти вузла  $u$  при  $q = 2$ , де  $v$  та  $w$  - віддалені контакти.

Географічна інтерпретація такого підходу досить проста: вузли «знаходяться в мережі» і знають в певній кількості кроків у всіх напрямках своїх сусідів (сусідні вузли), також у них є кілька «знайомих», які знаходяться далі. Вважаючи  $p$  і  $q$  фіксованими константами, розглядають одне параметричне сімейство мереж. Тоді отримуємо рівномірний розподіл віддалених контактів (вони вибираються незалежно від своєї позиції в мережі). При збільшенні кількості віддалених модулів, контакти вузла стають все ближче один до одного. Таким чином, параметр  $q$  є базовим і вимірює, наскільки логічно розгалуженою є дана мережа. При  $q=0$  маємо рівномірний розподіл віддалених вузлів.

Алгоритмічна компонента передачі даних в такій мережі ґрунтується на експерименті Мілграма [3], який полягає в наступному: для двох випадкових вузлів мережі виконується пошук найкоротших шляхів передачі інформації (з найменшою кількістю кроків), для чого застосовуються децентралізовані алгоритми.

Децентралізовані алгоритми – це механізми, за допомогою яких повідомлення передається послідовно від одного вузла (поточного) до іншого використовуючи локальну інформацію. На кожному кроці поточний вузол на маршруті передачі має наступні відомості:

- множина локальних контактів;
- місце розташування пункту призначення (кінцевого вузла, отримувача) в мережі;
- місце розташування вузлів, що вже використовувались для передачі інформації.

Час доставки для децентралізованого алгоритму - кількість кроків, яку виконує алгоритм для доставки повідомлення від відправника до отримувача. Так як для пошуку маршруту передачі між віддаленими вузлами використовується тільки локальна інформація то це є суттєвим обмеженням, тобто недоліком даного алгоритму.

#### **Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.**

Модифікований алгоритм пошуку найкоротших шляхів маршруту. Даний алгоритм передбачає для пошуку необхідного шляху передачі використання не тільки локальної інформації, а й відомості про деякі віддалені вузли, що дозволить скоротити час як пошуку маршруту, так і передачі даних між віддаленими вузлами.

Для цього для кожного вузла додаються спеціальні ярлики, які вибираються випадково.

Манхетенська відстань  $d(a,b)$  між  $a=(a_x;a_y)$  та  $b=(b_x;b_y)$  буде дорівнювати  $d(a,b) = |a_x - b_x| + |a_y - b_y|$ , а ймовірність вибору вузла  $b$  в якості вузла подальшої передачі  $1/d(a,b)^q$  для деякого  $q > 0$  яке не залежить від  $a$  та  $b$ .

Після отримання даної інформації за допомогою методу «Rejection sampling» визначаємо наступний вузол на шляху передачі. Він вибирається по критерію найменшої ймовірності, це дозволяє зменшити шлях передачі і отримати менший час передачі.

Модифікація децентралізованої маршрутизації полягає в тому що вибирається конкретний вузол, що є найближчим за манхетенською відстанню до пункту призначення. При цьому шлях передачі пакетів даних між двома випадково вибраними вузлами мережі найкоротшим.

Результати роботи запропонованого модифікованого алгоритму для двомірної мережі 4x4 при випадковому виборі вузлів відправлення та отримання інформації та її порівняння з базовим з базовим алгоритмом представлено на рис. 4.

Для визначення характеристик розробленого алгоритму було проведено 100 експериментів для випадково обраних вузлів відправника та отримувача інформації. При проведенні дослідження визначалась залежність кількості знайдених найкоротших маршрутів від кількості проміжних вузлів.

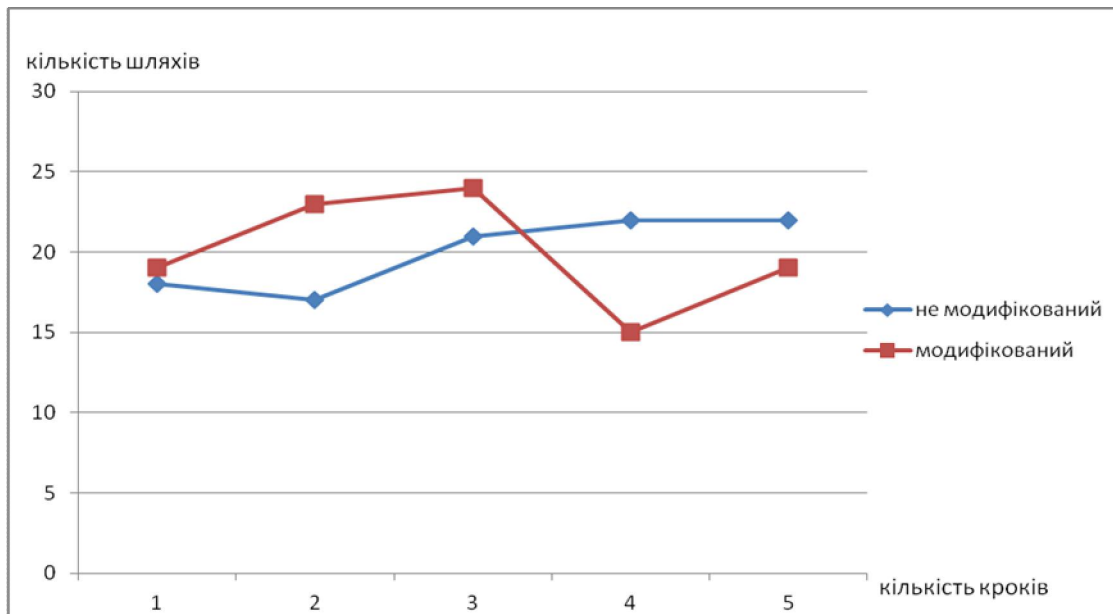


Рис. 4. Графік Порівняння модифікованого методу та базового (не модифікованого)

### Висновки

В роботі проаналізовано децентралізований алгоритм передачі даних у одноранговій мережі, з рівнозначними зв'язками між вузлами, побудованій на основі графу «Світ тісний». Запропонована та досліджена модифікована версія даного алгоритму з використанням методу «Rejection sampling».

Проведені дослідження показують, що при виборі 100 випадкових пар взаємодіючих вузлів кількість найкоротших шляхів довжиною 1 крок (1 проміжний вузол) дорівнює 19 (18 – для базового); довжиною 2 кроки відповідно 23 та 17; 3 кроки – 21 та 24; 4 кроки – 22 та 15; 5 кроків (вузлів) – 22 та 19.

Тобто кількість найкоротших шляхів менша у модифікованого алгоритму. А це значить що він є більш швидким способом передачі даних в такій мережі.

1. J. Kleinberg. Small-world Phenomena and the dynamics of information. Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS). - 2001 p. 14.
2. J. Kleinberg. Query Incentive Networks. Proc 46 the IEEE Symposium of Foundation of Computer Science.- 2005.
3. S.Milgram. The small world problem. Psychology today1.- 1967.
4. J. Kleinberg. Small-world Phenomenon and decentralized search. Siam news. - 2004. Volume 37, number 3.
5. Rejection sampling [Електроний ресурс] Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rejection\\_sampling](https://en.wikipedia.org/wiki/Rejection_sampling)