

Козюк Ю.Ю.

Салієва О.В.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В НЕСТРУКТУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ P2P

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Дана робота присвячена аналізу методів динамічної маршрутизації для підвищення ефективності пошуку інформації в неструктурованих мережах, зокрема в однорангових P2P-мережах. Досліджено існуючі альтернативи, оптимізації шляхів маршрутизації та розглянуто модифіковані алгоритми, зокрема алгоритми експертних груп, які сприятимуть покращенню процесу пошуку ресурсів у цих мережах.

**Ключові слова:** однорангова мережа, оптимізація мереж, керований BFS, локальні індекси.

**Abstract.** This work is devoted to the analysis of known methods of dynamic routing to increase the efficiency of information search in unstructured networks, in particular in peer-to-peer P2P networks. Existing alternatives, routing path optimizations, and modified algorithms, including expert group algorithms, that will help improve the process of finding resources in these networks are examined.

**Keywords:** peer-to-peer network, network optimization, guided BFS, local indexes.

### Вступ

У сучасному світі широко використовуються системні архітектури, що базуються на мережах однорангових вузлів, відомих як peer-to-peer (P2P). Однорангові мережі – це концепція інформаційних мереж, в яких ресурси розподілені між усіма системами. У таких мережах усі комп'ютери рівноправні і кожен комп'ютер може відігравати роль як клієнта, так і сервера, таким чином гарантуючи, що мережа залишається працездатною незалежно від кількості та конфігурації доступних вузлів [1].

### Результати дослідження

Враховуючи мету даного дослідження, варто розглянути основні переваги та недоліки однорангових мереж. Зокрема, до переваг можна віднести: простоту встановлення та конфігурації, незалежність окремих комп'ютерів від виділених серверів, наявність контролю користувачі над власними ресурсами, низьку вартість і простоту в експлуатації, мінімальний обсяг обладнання та програмного забезпечення. До недоліків однорангових мереж відноситься: необхідність запам'ятовувати паролі для всіх спільних ресурсів і створювати резервні копії, відсутність централізованої схеми пошуку даних та управління доступом.

У P2P-мережах користувачам важко відстежити місцезнаходження потрібної їм інформації, оскільки кожен комп'ютер відіграє роль сервера. Це ускладнює організацію зберігання та обліку даних, особливо зі збільшенням кількості вузлів, які необхідно перевіряти; децентралізований характер P2P-мереж ускладнює визначення місцезнаходження ресурсів зі збільшенням їх кількості. На сьогоднішній день існує багато поширених мережесервісів, таких як обмін файлами, аудіо- та відеозв'язок, що базуються на технології P2P [1-3].

Задача маршрутизації в мережах є важливою функцією мережевого рівня і передбачає процедуру визначення одного або декількох оптимальних маршрутів для передачі інформації між вузлами мережі. Маршрут в даному контексті визначається як послідовність вузлів мережі та шляхів передачі, що з'єднують певну пару вузлів мережі [4].

Основними цілями маршрутизації є мінімізація значень обраних показників якості обслуговування (наприклад, швидкість передачі, середня затримка, втрата пакетів), забезпечення збалансованого навантаження на мережу та її ресурси. Тому основними завданнями в області маршрутизації є контроль і збір інформації про стан мережі, розрахунок маршрутів і виконання рішень про маршрутизацію.

Процес розрахунку маршрутів на вузлах мережі та формування таблиці маршрутів виконується відповідно до застосованого алгоритму маршрутизації. Всі методи маршрутизації можна розділити на прості та складні. Прості методи не вимагають наявності таблиці маршрутизації або складного

програмного забезпечення на вузлах мережі. Прикладами є випадкова маршрутизація та лавинна маршрутизація. Складні методи поділяються на детерміновані та адаптивні. Детерміновані методи використовують інваріантні таблиці маршрутизації на проміжних вузлах і є ефективними для мало навантажених мереж, але втрачають ефективність зі збільшенням навантаження. Адаптивні методи, такі як маршрутизація на основі досвіду та динамічна маршрутизація, є більш гнучкими, оскільки пристосовуються до фактичного стану мережі [2-3].

Проаналізуємо існуючі методи динамічної маршрутизації для підвищення ефективності пошуку інформації в неструктурованих мережах.

*Керований BFS та інтелектуальний пошук.* Основна ідея полягає в тому, що вузол надсилає запит лише вибраній підмножині своїх сусідів, які швидко повертають високоякісні результати. Сусідні вузли, в свою чергу, пересилають запит всім своїм сусідам. Вузли визначають своїх «хороших» сусідів на основі таких статистичних даних, як кількість повернутих результатів, кількість переходів і затримка сусідньої мережі. Сусідні вузли обираються на основі таких опцій як: найбільша кількість результатів, найменша кількість переходів, найбільша кількість повідомлень, найкоротша черга повідомлень тощо [5].

*Пошук на основі локальних індексів* має на меті отримати ефективні результати запиту, обробляючи запит лише на обмеженій кількості вузлів. Кожен вузол зберігає індекс даних усіх вузлів та може негайно відповідати на запити за власним локальним індексом, уникаючи доступу до інших вузлів. Використовуючи політику, яка визначає глибину, на яку має бути оброблений запит, вузол перевіряє свій локальний індекс даних і повертає результати, якщо дані знайдено. Вузли також пересилають повідомлення про запит сусіднім вузлам і поширюють запит по мережі. Різниця полягає в тому, що тільки вузли із вказаною глибиною, обробляють запит, що сприяє більш ефективній маршрутизації. Коли вузол додається або видаляється з мережі, локальний індекс оновлюється, що робить пошук актуальним і ефективним [6].

*Пошук на основі індексів маршрутизації.* Даний метод використовує концепцію індексів маршрутизації для керування вибором сусідів для пересилання запитів. Індеси враховують тематику документів та кількість документів, які зберігаються у сусідів. Мета індексу полягає в допомозі вузлам у виборі оптимальних сусідів для передачі запитів. Цей метод розширює можливості пошуку за рахунок ефективного використання індексів маршрутизації, що поліпшують вибір сусідів та оптимізують процес обміну запитами в P2P системах [6].

*Адаптивний ймовірнісний пошук (APS)* в розподілених системах базується на використанні ймовірнісного підходу для реплікації об'єктів і пересилання запитів. У цій стратегії кожен вузол системи взаємодіє з іншими вузлами за допомогою ймовірнісної маршрутизації; APS використовує ймовірність успішної переадресації запиту до сусідніх вузлів замість традиційної схеми з фіксованим маршрутом. Припущення про успішність базується на історії попередніх запитів, і кожен вузол адаптивно оновлює свою ймовірність вибору сусіднього вузла. Такі оптимізації, як Exchange-APS і зважений APS, допомагають підвищити продуктивність APS. Також APS враховує відстань та фактори ймовірності вибору сусіда для більш точного визначення оптимального шляху [7].

*Домінуючий пошук на основі набору.* Даний метод використовує схему пошуку, де індекси маршрутизації зберігаються в обраному наборі вузлів, утворюючи зв'язаний домінуючий набір (CDS) в P2P мережі. Цей CDS є підмножиною вузлів, які з'єднані прямими накладеними зв'язками, і дозволяє отримувати доступ до всіх інших вузлів. Основна концепція полягає в побудові CDS за допомогою локальної інформації про сусідні вузли. В процесі пошуку запити передаються між домінуючими вузлами у CDS, сприяючи оптимальному отриманню документів. Такий підхід дозволяє досягти високої ефективності, уникати зайвих накладених зв'язків та знижувати вартість підтримки CDS [5].

Таким чином, кожен із аналізованих методів має свої переваги та недоліки. Зокрема, керований BFS та інтелектуальний пошук використовують статистичні дані з сусідніх вузлів для ефективної маршрутизації запитів, але мають обмежену точність у визначенні «хороших» сусідніх вузлів. Пошук на основі локальних індексів спрямований на обробку запитів лише в обмеженій кількості вузлів і є ефективним при великих обсягах даних, але може бути менш ефективним при великій кількості запитів. Пошук на основі маршрутних індексів поєднує в собі переваги інших методів, але може вимагати складного управління індексами. Адаптивний ймовірнісний пошук намагається оптимізувати шляхи запитів на основі ймовірності успішної передачі, але може вимагати значних обчислювальних ресурсів. Домінуючий пошук використовує CDS для ефективної маршрутизації, але вартість його

створення та обслуговування є достатньо високою. Тому вибір методу залежить від системних умов і вимог, що висуваються до однорангової P2P-мережі.

Серед всіх проаналізованих методів найбільш підходящим методом для оптимізації доступу в неструктурованих P2P-мережах є адаптивний імовірнісний пошук, який може адаптуватися до змін у мережі. APS забезпечує ефективний та адаптивний пошук у неструктурованих P2P-мережах, враховуючи фактори вибору сусідів, такі як відстань та історія запитів.

### Висновки

Отже, різні методи пошуку інформації в неструктурованих P2P-мережах мають свої переваги та недоліки. Однак особливої уваги для оптимізації пошуку інформації в таких мережах заслуговує адаптивний імовірнісний пошук. Використовуючи імовірнісний підхід до реплікації об'єктів і переадресації запитів, цей метод забезпечує ефективний і адаптивний пошук, пристосовуючись до змін у мережі; APS враховує фактори вибору сусідів, такі як відстань та історія запитів. APS – це потужний інструмент для оптимізації пошукових операцій у неструктурованих P2P-мережах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник, Одеса : Фенікс, 2022, 249 с. ISBN 978-966-928. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/19423>(Дата звернення 13.03.2024 р.).

2. Маршрутизація: мета, основні задачі й протоколи – Електронні засоби навчання. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.znanius.com/3820.html> (Дата звернення 13.03.2024).

3. Комп'ютерні мережі: підручник з дисципліни «Комп'ютерні мережі» / Блозва А. І., Матус Ю. В., Касаткін Д. Ю.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Каф. комп'ютер. систем і мереж. – Київ: Компрінт, 2019. Т. 2. – 2019.– с. 382 (Дата звернення 13.03.2024).

4. Bohn, O.-S. (2019). Formulas, frame structures, and stereotypes in early syntactic development: Some new evidence from L2 acquisition. *Linguistics*, 24, 185–202 (Дата звернення 13.03.2024).

5. Searching techniques in peer to peer networks. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.geeksforspeakers.org/what-is-p2p-peer-to-peer-process/> (Дата звернення 13.03.2024).

6. Adaptive probabilistic search in peer to peer networks. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952197605000771> (Дата звернення 13.03.2024).

7. A local search mechanism for peer-to-peer networks. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/584792.584842> (Дата звернення 13.03.2024).

**Козюк Юлія Юріївна** – студентка групи УБ-21б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [juliakozyk999@gmail.com](mailto:juliakozyk999@gmail.com)

**Салієва Ольга Володимирівна** – доктор філософії (PhD) за спеціальністю 125 «Кібербезпека», доцент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [salieva8257@gmail.com](mailto:salieva8257@gmail.com)

**Koziuk Yuliia Y.** – student of the UB-21b group, Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [juliakozyk999@gmail.com](mailto:juliakozyk999@gmail.com)

**Saliieva Olha V.** – Doctor of Philosophy (PhD) in 125 "Cybersecurity", Senior Lecturer, Department of Management and Security of Information Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [salieva8257@gmail.com](mailto:salieva8257@gmail.com)