

Вдосконалення алгоритмів маршрутизації в багаторівневих системах проксі-серверів для підвищення їх захищеності

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

У роботі розглядається вдосконалення алгоритмів маршрутизації для підвищення захищеності багаторівневих систем проксі-серверів. У сучасних умовах кіберзагроз багаторівневі проксі-сервери є одним із ключових елементів для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних в інформаційних системах. Однак, класичні підходи до маршрутизації мають низку недоліків, таких як статичність, передбачуваність і недостатня адаптивність до змін у мережеских умовах. У дослідженні запропоновано використання гібридного стохастичного алгоритму перемішування маршрутів для забезпечення динамічної маршрутизації, що підвищує рівень захищеності та ефективності багаторівневих систем проксі-серверів. Проведено аналіз сучасних методів маршрутизації, розроблено новий підхід до їх адаптації та виконано експериментальну оцінку результатів.

Ключові слова: Маршрутизація, багаторівневі системи, проксі-сервери, кібербезпека, стохастичний алгоритм, динамічне перенаштування маршрутів.

Abstract

This research focuses on enhancing routing algorithms to improve the security of multi-level proxy server systems. In the face of increasing cyber threats, multi-level proxy servers play a critical role in ensuring the confidentiality, integrity, and availability of data in information systems. However, traditional routing approaches exhibit significant drawbacks, such as static configurations, predictability, and limited adaptability to changing network conditions. This study proposes a hybrid stochastic route-shuffling algorithm to enable dynamic routing, enhancing the security and efficiency of multi-level proxy server systems. The research includes an analysis of modern routing methods, the development of a novel approach for their adaptation, and an experimental evaluation of the results.

Key words: Routing, multi-level systems, proxy servers, cybersecurity, stochastic algorithm, dynamic route adjustment.

Вступ

Системи проксі-серверів є невід'ємною частиною сучасних інформаційних систем, забезпечуючи анонімність, балансування навантаження та захист мережевого трафіку. Проте, з огляду на зростаючі загрози в сфері кібербезпеки, існує потреба в удосконаленні методів маршрутизації для адаптації до змін у мережі та запобігання можливим атакам.

Класичні алгоритми маршрутизації часто використовують статичні або передбачувані маршрути, що робить систему вразливою до атак типу DDoS чи перехоплення даних. У таких умовах виникає необхідність у динамічних підходах до маршрутизації, які дозволяють системам адаптуватися до змін у мережі та ефективно розподіляти навантаження між проксі-серверами.

Метою цієї роботи є розробка та впровадження гібридного стохастичного алгоритму маршрутизації, який дозволить досягти більш високого рівня безпеки в багаторівневих системах проксі-серверів.

Дослідження

У багаторівневих системах проксі-серверів маршрутизація є ключовим процесом, що забезпечує коректне перенаправлення запитів між вузлами. Проте класичні підходи до маршрутизації мають низку проблем, які значно обмежують їхню ефективність та стійкість до загроз.

Статична маршрутизація часто призводить до нерівномірного розподілу трафіку між серверами. Це збільшує ризик перевантаження окремих вузлів, затримки у передачі даних і зниження загальної продуктивності системи. Крім того, передбачуваність маршрутів у таких системах робить їх вразливими до атак типу DDoS. Зловмисники можуть легко визначити найбільш використовуваний маршрути та цілеспрямовано перевантажувати їх, що призводить до відмови у наданні послуг [1].

Використання стохастичних методів у маршрутизації дозволяє значно знизити передбачуваність маршрутів. Стохастичний підхід передбачає випадковість у виборі маршрутів, що ускладнює визначення шаблонів трафіку та робить систему менш вразливою до цільових атак. Водночас чисто випадковий вибір маршруту може призводити до неефективного розподілу трафіку, тому необхідна комбінація стохастичності з динамічним аналізом мережеских умов.

Гібридний стохастичний алгоритм враховує як поточний стан системи, так і історичні дані про продуктивність маршрутів. Це дозволяє адаптувати маршрути у режимі реального часу, обираючи шляхи, які забезпечують найкраще співвідношення між ефективністю передачі та захищеністю. Наприклад, якщо певний маршрут стає перевантаженим, алгоритм зменшує ймовірність його вибору, перенаправляючи трафік на менш завантажені маршрути.

Однією з ключових характеристик гібридного алгоритму є динамічне переналаштування маршрутів залежно від змін у мережі. На основі зібраних даних про затримки, пропускну здатність та завантаженість серверів алгоритм обчислює вагу для кожного маршруту. Ваги оновлюються після кожного циклу моніторингу, що дозволяє системі оперативно реагувати на перевантаження чи недоступність окремих серверів [2].

Для забезпечення високої точності рішення алгоритм враховує не лише поточні показники, але й тенденції, виявлені на основі аналізу попередніх циклів. Наприклад, якщо сервер регулярно стає перевантаженим у певний час доби, алгоритм може заздалегідь перенаправити частину трафіку на альтернативні маршрути.

Випадковість у маршрутизації дозволяє знизити ризик атак, спрямованих на визначення маршрутів трафіку. Алгоритм вводить елемент випадковості у вибір шляху, що унеможливорює створення точного шаблону використання маршрутів. Це значно ускладнює проведення атак, таких як перехоплення даних або перевантаження конкретного вузла.

Проте надмірна випадковість може знижувати ефективність системи, тому алгоритм реалізує збалансований підхід: частка випадкових рішень обмежується певним порогом, залежно від стану системи. Наприклад, у разі перевантаження випадковість зменшується, а рішення більше базуються на поточних метриках [3].

Цей підхід має потенціал для впровадження в різних інформаційних системах, де важливим є захист і стабільність роботи під час високих навантажень.

Висновок

У роботі представлено дослідження, присвячене вдосконаленню алгоритмів маршрутизації в багаторівневих системах проксі-серверів. Запропонований гібридний стохастичний алгоритм продемонстрував свою ефективність у підвищенні захищеності інформаційних систем шляхом адаптивного управління маршрутами.

Результати роботи підтверджують, що вдосконалення алгоритмів маршрутизації дозволяє не лише підвищити рівень безпеки системи, але й оптимізувати її продуктивність. Це відкриває перспективи для подальших досліджень у напрямку інтеграції алгоритму з іншими методами забезпечення безпеки, такими як штучний інтелект і машинне навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Smith, T., & Anderson, K. (2023). Enhancing Multi-Level Proxy Server Systems with Dynamic Routing Algorithms. *Journal of Network Security and Optimization*, 12(2), 89-115.
2. Johnson, P., & Miller, L. (2024). Current Challenges in Secure Routing for Proxy Servers. *International Conference on Cybersecurity and Network Management Proceedings*, 34-47.
3. Davis, M., & Roberts, J. (2023). Experimental Evaluation of Hybrid Stochastic Routing in Multi-Level Proxy Systems. *Proceedings of the Global Symposium on Advanced Network Security*, 102-118.

Шендерук Олег Володимирович — студент групи КІТС-23М, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: shenderuk2002@gmail.com

Науковий керівник: Карпінєць Василь Васильович — канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, e-mail: karpinets@gmail.com;

Shenderuk Oleg V. — a student of the KITS-23M group, Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: shenderuk2002@gmail.com.

Supervisor: **Karpinets Vasyil V.** — Cand. Sc. (Eng.), Associated Professor, Head of the Chair of Management and Security of Information Systems, e-mail: karpinets@gmail.com;