УДК 681.17; 681.5.015

МОДЕЛЬ РЕПУТАЦІЇ ВУЗЛІВ У P2P-МЕРЕЖІ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ EIGENTRUST ЗАЛЕЖНО ВІД ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ УЧАСНИКІВ

А. Суббота, здобувач третього рівня вищої освіти
О. Середа, здобувач третього рівня вищої освіти
В. Міхав, PhD
В. Босько, кандидат технічних наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

У децентралізованих цифрових середовищах, зокрема P2P-мережах, проблема довіри між учасниками є ключовою через відсутність централізованого контролю. Репутаційні системи виступають основним інструментом формування довіри, перетворюючи локальний досвід взаємодій у глобальні оцінки, що впливають на вибір партнерів і якість сервісів.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням ризиків недобросовісної поведінки, зокрема Sybil-атак, коли зловмисник створює множину псевдоідентичностей для впливу на систему репутації. Це особливо критично для відкритих P2P-мереж та IoT-середовищ із високою динамікою та обмеженими ресурсами вузлів.

Метою роботи є розробка моделі репутації вузлів у P2P-мережі та аналіз ефективності методу EigenTrust залежно від параметрів взаємодії учасників.

У дослідженні розглянуто основні підходи до побудови репутаційних систем:

- агрегування локальних оцінок;
- ймовірнісні моделі;
- графові методи довіри.

Показано, що графові підходи є найбільш придатними для децентралізованих середовищ, оскільки враховують структуру взаємодій між вузлами та дозволяють зменшувати вплив маніпулятивних груп. Одним із найбільш відомих алгоритмів цього класу є EigenTrust, який обчислює глобальну репутацію шляхом ітеративного поширення довіри по графу взаємодій.

Водночас ефективність EigenTrust значною мірою залежить від параметрів взаємодії учасників, зокрема:

- інтенсивності обміну між вузлами;
- структури мережевого графа;
- обсягу накопиченої історії взаємодій;
- частки недобросовісних учасників.

Окрему увагу приділено впливу топології мережі на результати оцінювання. Показано, що навіть за однакової кількості взаємодій нерівномірний розподіл зв’язків (наявність «хабів») може суттєво змінювати поведінку алгоритму та точність глобального ранжування

Також встановлено, що ефективність репутаційних систем визначається не лише алгоритмом агрегування, а й якістю вхідних даних. Наявність ботів, координованих атак або синтетичних акаунтів може спотворювати граф взаємодій і знижувати достовірність оцінок. У зв’язку з цим репутаційні механізми повинні доповнюватися засобами фільтрації та ідентифікації учасників.

Сучасні підходи також інтегрують репутаційні системи з блокчейн-технологіями та децентралізованою ідентичністю (DID, VC), що забезпечує незмінність даних і підвищує рівень довіри, однак не замінює необхідність ефективного алгоритмічного агрегування репутації.

У результаті дослідження встановлено, що для підвищення ефективності репутаційних систем у P2P-мережах доцільно:

- враховувати топологію мережі та параметри взаємодій;
- забезпечувати стійкість до Sybil-атак;
- поєднувати алгоритми довіри з механізмами ідентифікації та фільтрації даних;
- проводити експериментальний аналіз у реалістичних умовах, що враховують динаміку мережі.

Отже, метод EigenTrust є ефективною базовою моделлю для оцінювання репутації у P2P-мережах, однак його практична застосовність залежить від умов функціонування системи та потребує адаптації до реальних сценаріїв взаємодії. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку вдосконалених моделей, що поєднують графові алгоритми довіри з механізмами захисту від атак та підвищення якості даних.

Список літератури

1. Arshad, A., Mohd Hanapi, Z., Subramaniam, S., & Latip, R. (2021). A survey of Sybil attack countermeasures in IoT-based wireless sensor networks. PeerJ Computer Science, 7, e673. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.673

2. Gonçalves, M. J. A., Pereira, R. H., & Coelho, M. A. G. M. (2022). User reputation on E-commerce: Blockchain-based approaches. Journal of Cybersecurity and Privacy, 2(4), 907–923. https://doi.org/10.3390/jcp2040046

3. Kamvar, S. D., Schlosser, M. T., & Garcia-Molina, H. (2003). The EigenTrust algorithm for reputation management in P2P networks. In Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web (pp. 640–651). ACM. https://doi.org/10.1145/775152.775242