

COMPUTER AND SOFTWARE ENGINEERING

УДК 004.7.05:004.8

Нежуренко Олександр Григорович

кандидат технічних наук

старший викладач кафедри

комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Житомир, Україна

<https://orcid.org/0009-0007-4594-9606>

AI-DRIVEN NETWORKING ЯК ТЕХНОЛОГІЧНА БАЗА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МЕРЕЖАМИ

Анотація. У тезах розглянуто підходи до побудови мереж, керованих штучним інтелектом, як сучасної технологічної основи для автоматизованого, гнучкого та безпечного управління мережевою інфраструктурою. Окрему увагу приділено перевагам AI-driven networking, практичним можливостям застосування в телекомунікаціях, промисловості, фінансових сервісах, а також труднощам його впровадження.

Ключові слова: AI-driven networking, мережі на основі штучного інтелекту, мережева автоматизація, телеметрія, машинне навчання, автономне управління.

Сучасні комп'ютерні мережі функціонують у середовищі, для якого характерні висока динаміка трафіку, зростання обсягів телеметрії, поширення хмарних платформ, 5G/6G-рішень та індустріального IoT. За таких умов

традиційна мережева автоматизація, що спирається на статичні правила, ручну конфігурацію та реактивне усунення інцидентів, уже не забезпечує потрібної швидкості реагування, масштабованості та точності керування. Саме тому дедалі більшої актуальності набуває концепція AI-driven networking, у межах якої алгоритми машинного навчання інтегруються безпосередньо в процеси аналізу стану мережі та прийняття керівних рішень [1].

На відміну від класичного підходу, мережі на основі штучного інтелекту орієнтовані не лише на автоматичне виконання наперед заданих дій, а й на прогнозування змін, виявлення аномалій, оптимізацію маршрутів, балансування навантаження та підтримку контрольованої автономії. Такі системи здатні працювати з великими масивами гетерогенних даних, зокрема NetFlow, SNMP, SYSLOG та іншою потоковою телеметрією, що дає змогу формувати більш точні профілі мережевої активності та вчасно виявляти критичні відхилення [1; 4].

Насамперед доцільно описати архітектуру AI-driven мереж. Такого роду мережі слід розглядати як багаторівневу систему. Система з архітектурою такого типу буде спроможна робити декілька функцій. Наприклад, збір телеметрії, обробку даних у реальному часі, AI-аналітику тощо. У такій системі мережа постійно формує дані про навантаження, затримки, маршрутизацію, помилки та події, пов'язані з безпекою, а алгоритми машинного навчання аналізують ці потоки й перетворюють їх на прогнози, класифікації та конкретні керівні рішення. При цьому інтелектуальний контур не зводиться лише до аналізу інформації: він має бути безпосередньо пов'язаний із механізмами виконання рішень, зокрема SDN/NFV-компонентами, політиками intent-based networking і засобами зворотного зв'язку. Саме це дає змогу оцінювати наслідки втручання та своєчасно коригувати роботу системи в режимі реального часу [1; 4].

Ключовою передумовою результативної автоматизації є якість телеметричних даних. Для побудови надійних моделей недостатньо просто накопичувати великі масиви мережевих подій; необхідно забезпечити

узгодженість форматів, синхронізацію часових міток, зв'язок між топологією мережі та подіями, а також придатність даних до подальшого навчання моделей. Саме тому особливе значення мають інфраструктурні набори даних для 5G-and-beyond середовищ, де деталізована телеметрія дає змогу формувати точніші моделі автономного контролю, прогнозувати стани сегментів мережі та підтримувати конфігурацію на основі намірів без втрати керованості системи [4].

Разом із тим перехід до МНОШ пов'язаний із низкою серйозних труднощів. Передусім проблема полягає в тому, що телеметричні дані часто є розрізненими. З цієї причини їх потрібно уніфікувати, стандартизувати й очищувати перед використанням. Додаткові складнощі виникають під час інтеграції моделей у різноманітні інфраструктури, а також через те, що роботу окремих алгоритмів не завжди легко зрозуміти й пояснити. Ще одним важливим викликом є безпечне автоматичне виконання рішень: мережева система повинна не лише вчасно виявити інцидент, а й правильно визначити його тип, обґрунтувати своє реагування та діяти так, щоб не порушити політики безпеки і вимоги SLA [2; 4].

По суті, впровадження МНОШ означає перехід до замкненого циклу «спостереження - аналіз - рішення - дія». Мережа збирає події з різних джерел, модель виявляє аномалії або прогнозує перевантаження, після чого система пропонує або виконує погоджені дії. Такий підхід зменшує залежність від ручного втручання, але вимагає контрольованої автономії та узгодження рішень із політиками безпеки [1; 2].

Практична цінність МНОШ особливо помітна у сферах, де критичними є низька латентність, безперервність сервісів і стійкість до перевантажень. У промисловому IoT інтелектуальні архітектури забезпечують децентралізовану обробку поточних даних, підтримують прогнозне обслуговування та підвищують надійність роботи мережевих сегментів. У фінансових сервісах такі моделі дають можливість швидко аналізувати мережевий стан під час

поточної передачі даних, виявляти аномалії та мінімізувати ризики, що особливо важливо для сценаріїв високочастотної торгівлі [3; 5].

Окреме місце в AI-driven networking посідає автоматизоване управління мережевими інцидентами. Машинне навчання може підтримувати виявлення, класифікацію та діагностику проблем, а також скорочувати час від сповіщення до відновлення сервісу. Водночас у реальному операційному середовищі критично важливою залишається пояснюваність рішень, щоб адміністратор розумів логіку запропонованого сценарію реагування [2].

Промислова сфера, де мережа працює разом із великою кількістю IoT-пристроїв, датчиків і периферійних вузлів - не менш важлива. У таких умовах необхідно щоб система швидко реагувала на зміни, працювала надійно та не давала збоїв під час безперервного виробничого процесу. Як показує архітектура AIDA - поєднання розподіленої обробки поточних даних, інтелектуального аналізу та засобів оптимізації допомагає вчасно помічати відхилення й підтримувати стабільну роботу мережі в режимі реального часу. У цьому контексті AI-driven networking постає не як допоміжний інструмент, а як основа для побудови адаптивної індустріальної інфраструктури [3].

Показовим прикладом прикладної ефективності МНОШ є фінансові сервіси, що працюють із поточними даними в режимі, близькому до реального часу. Для систем високочастотної торгівлі навіть мінімальні затримки впливають на результат операцій, тому AI-driven networking застосовується для оцінювання мережесхем шляхів, виявлення аномалій та оптимізації маршрутизації під час пікових навантажень [5].

Ефективність AI-driven networking значною мірою залежить від точності моделей штучного інтелекту та рівня їх залучення в реальні процеси керування мережею. Саме тому для успішного впровадження штучний інтелект повинен відповідати певним критеріям: мати єдині стандарти збору даних, сумісні набори інформації та механізми автономної роботи, за яких дії системи можна підтвердити або швидко скасувати без шкоди для роботи сервісів. Завдяки цьому штучний інтелект може не просто пропонувати можливі рішення, а й

брати участь у повному циклі керування мережею: від спостереження за її станом і аналізу ситуації до ухвалення рішень і їх виконання. Такий підхід дає змогу забезпечити більш стабільну роботу мереж 5G-and-beyond, промислових IoT-систем і критично важливих сервісів, які працюють у реальному часі [1; 3; 4; 5].

Отже, AI-driven networking формує підґрунтя для переходу від реактивного мережевого адміністрування до інтелектуальної самокерованої інфраструктури. Подальший розвиток МНОШ пов'язаний з удосконаленням стандартів телеметрії, підвищенням пояснюваності моделей і розробленням безпечних механізмів автономії в реальних мережевих середовищах [1; 2; 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Song L. et al. Networking systems of AI: On the convergence of computing and communications. *IEEE Internet of Things Journal*. 2022. Vol. 9, no. 20. P. 20352-20381. DOI: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3172270>
2. Hamadani P. et al. A holistic view of AI-driven network incident management. *Proceedings of the 22nd ACM Workshop on Hot Topics in Networks*. 2023. P. 180-188. DOI: <https://doi.org/10.1145/3626111.3628176>
3. Chahed H. et al. AIDA - A holistic AI-driven networking and processing framework for industrial IoT applications. *Internet of Things*. 2023. Vol. 22. P. 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100805>
4. Andrade-Hoz J., Wang Q., Alcaraz-Calero J. M. Infrastructure-wide and intent-based networking dataset for 5G-and-beyond AI-driven autonomous networks. *Sensors*. 2024. Vol. 24, no. 3. P. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24030783>
5. Rella B. P. R. et al. AI-Driven Network Optimization for Real-Time Financial Data Streaming in High-Frequency Trading Systems. 2025 4th OPJU International Technology Conference (OTCON) on Smart Computing for Innovation and Advancement in Industry 5.0. IEEE, 2025. P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1109/OTCON65728.2025.11070794>