

**АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ
МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Непочатов Д.В

e-mail: dmytro.nepochatov@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н., доц. М.М. Колендовська

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна

Traditional network management methods based on static algorithms and deterministic protocols are becoming less and less effective in the face of dynamic load changes, variability of communication channels, and stringent latency requirements. The transition from hard-coded algorithms to neural network structures allows us to effectively address the problem of rapid traffic growth.

Стрімкий розвиток цифрових технологій призвів до експоненціального зростання обсягів мультимедійного трафіку (відео високої чіткості 4K/8K, потокове мовлення, VR/AR-контент), що становить понад 80% усього світового інтернет-трафіку. Традиційні методи управління мережами, що базуються на статичних алгоритмах та детермінованих протоколах, стають дедалі менш ефективними в умовах динамічної зміни навантаження, варіативності каналів зв'язку та жорстких вимог до затримки (latency).

Застосування штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (ML) відкриває нові горизонти для створення самоорганізованих мереж (Self-Organizing Networks, SON). Це дозволяє не лише оптимізувати використання смуги пропускання, а й забезпечити якісно новий рівень інтелектуального адаптивного передавання даних, що є критично важливим для мереж 5G та майбутніх стандартів 6G.

На сьогоднішній день інтеграція ШІ в системи передачі мультимедіа відбувається на декількох рівнях архітектури OSI:

1. Адаптивне кодування та компресія контенту. Сучасні кодеки (HEVC, VVC) починають використовувати нейронні мережі для аналізу візуальної складності кадрів. Системи на основі ШІ визначають зони інтересу (Region of Interest, ROI), дозволяючи виділяти більше бітів на важливі деталі (наприклад, обличчя людей) та сильніше стискати фонові елементи. Це знижує бітрейт без втрати суб'єктивної якості (Perceptual Quality).

2. Прогнозування стану каналу та управління пропускнуою здатністю. Існуючі рішення використовують рекурентні нейронні мережі (RNN) та мережі довгої короткострокової пам'яті (LSTM) для аналізу часових рядів стану мережі. Це дозволяє системі передбачати зниження швидкості з'єднання ще до того, як воно відбудеться, і превентивно знижувати якість потоку, уникаючи буферизації.

3. Інтелектуальне кешування та доставка контенту (CDN). ШІ-алгоритми аналізують вподобання користувачів у конкретних географічних локаціях, що дозволяє заздалегідь розміщувати популярний мультимедійний контент на граничних вузлах мережі (Edge Computing). Це мінімізує шлях даних від сервера до кінцевого пристрою.

Перспективним напрямком є створення наскрізної (End-to-End) інтелектуальної системи управління, яка б поєднувала глибоке навчання з підкріпленням (Deep Reinforcement Learning, DRL) для динамічної оптимізації всієї мережевої інфраструктури.

Пропонується концепція агента DRL, який постійно взаємодіє з мережевим середовищем. Його завдання – максимізація функції винагороди, що включає три компоненти:

- QoE (Quality of Experience). Суб'єктивне задоволення користувача (відсутність пауз, висока чіткість).

- QoS (Quality of Service). Технічні параметри (мінімальна втрата пакетів, джиттер).

- Енергоефективність. Оптимізація роботи серверів та маршрутизаторів.

В цьому випадку нейромережеві моделі на стороні передавача можуть виділяти семантичне ядро повідомлення (наприклад, опис сцени відео), передавати лише його, а на стороні отримувача нейронна мережа-генератор відновлює повноцінний мультимедійний потік. Це дозволяє знизити вимоги до смуги пропускання у десятки разів.

Для захисту приватності користувачів можна спробувати використовувати федеративне навчання. Це дозволяє навчати глобальну модель управління трафіком на пристроях користувачів без необхідності передавати їхні персональні дані (історію переглядів, локацію) на центральний сервер.

Аналіз літературних джерел показує, що штучний інтелект перестав бути просто додатковою опцією і став цінним компонентом сучасних систем передачі мультимедійної інформації. Перехід від жорстко запрограмованих алгоритмів до нейромережевих структур дозволяє ефективно вирішувати проблему швидкого росту трафіку. Перспективні розробки у сфері семантичного зв'язку та навчання з підкріпленням здатні змінити саму природу цифрової комунікації, роблячи її більш адаптивною, економною та орієнтованою на кінцевого споживача.

Список використаних джерел:

1. Dang S., Amin O., Shihada B., Alouini M.-S. What should 6G be? // Nature Electronics. 2020. Vol. 3. P. 20-29.

2. Giordani M., Polese M., Mezzavilla M. et al. Toward 6G Networks: Use Cases and Technologies // IEEE Communications Magazine. 2020. Vol. 58. No. 3. P. 55-61.