

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТРАФІКУ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядається метод оцінювання інформаційного трафіку в телекомунікаційних мережах п'ятого покоління (5G). Запропоновано підхід до аналізу трафіку, що враховує особливості новітніх послуг, зокрема доповненої реальності, Тактильного Інтернету та голографічного зв'язку. Досліджено моделі розподілу трафіку, що дозволяють підвищити ефективність управління мережею та оптимізувати її пропускну здатність. Особливу увагу приділено методам прогнозування навантаження та оцінці якості обслуговування на основі сучасних показників продуктивності мережі. Отримані результати можуть бути використані для розробки нових підходів до планування, проектування та управління телекомунікаційними мережами 5G.

Ключові слова: 5G, інформаційний трафік, оцінювання трафіку, телекомунікаційні мережі, якість обслуговування, прогнозування навантаження.

Abstract

The paper considers a method for estimating information traffic in fifth-generation (5G) telecommunication networks. An approach to traffic analysis is proposed that takes into account the features of the latest services, including augmented reality, the Tactile Internet, and holographic communication. Traffic distribution models are investigated to improve the efficiency of network management and optimize its throughput. Particular attention is paid to methods of load forecasting and quality of service assessment based on modern network performance indicators. The results obtained can be used to develop new approaches to planning, designing, and managing 5G telecommunications networks.

Keywords: 5G, information traffic, traffic estimation, telecommunications networks, quality of service, load forecasting

Вступ

Сьогодні спостерігається стрімкий розвиток телекомунікаційних технологій та інформаційних послуг, які активно впроваджуються в усі сфери людської діяльності. За останні 20 років послуги зв'язку зазнали значних змін, зокрема розширилася номенклатура відеопослуг, з'явилися технології доповненої реальності, що, у свою чергу, сприяло появі голографічного типу комунікації (НТС, Holographic Type Communication) [1].

Метою роботи є дослідження трафіку голографічного типу комунікації та суб'єктивне оцінювання якості голографічного конференц-зв'язку в мережах п'ятого та наступних поколінь.

Результати дослідження

Передача голографічної інформації для забезпечення ефекту присутності співрозмовника викликає великий інтерес як у користувачів, так і у дослідників у всьому світі. На практиці це підтверджується появою великої кількості різноманітного та різнотипного обладнання, яке дозволяє як формувати голографічний потік, так і відтворювати його на іншому боці в реальному часі. Очевидно, що цей вид комунікації висуває високі вимоги до пропускну здатності мережі, яка для існуючих мереж зв'язку варіюється в діапазоні від 10 Мбіт/с до 4,2 Тбіт/с. [2].

Основні сценарії використання та функціональні вимоги для систем телеприсутності визначені в рекомендації МСЕ-Т F.734. Відповідно до цієї рекомендації, телеприсутність являє собою сеанс інтерактивного аудіовізуального зв'язку між віддаленими одна від одної локаціями, забезпечуючи, завдяки оптимізації різних атрибутів, можливість відчувати ефект присутності та переживати відчуття повної реальності. Новий вид телеприсутності — голографічний тип комунікації — відкриває перед користувачами нові можливості та враження [3].

Тенденції впровадження голографічних послуг і голографічного типу комунікації вже сьогодні вимагають перегляду принципів планування, проєктування та побудови існуючих мереж зв'язку, а також підходів до реалізації мереж шостого покоління (6G), що базуються на інтеграції різноманітних технологій і мереж зв'язку в єдину систему. Окремим питанням є оцінка якості обслуговування та якості сприйняття голографічних послуг як за об'єктивними, так і за суб'єктивними методами оцінювання [4].

Практично відсутні критерії оцінки якості голографічного зображення, зокрема шкали та методи суб'єктивного оцінювання якості надання голографічних послуг. Більше того, властивості голографічного потоку ще недостатньо вивчені, як і його вплив на мережі зв'язку та вимоги до їхніх параметрів, що робить дослідження характеристик трафіку та оцінку якості обслуговування голографічних послуг надзвичайно актуальними [5].

Існує багато досліджень у сфері формування, передачі в мережах зв'язку п'ятого, шостого та наступних поколінь, а також відтворення голографічних зображень як теоретичного, так і експериментального характеру. Визначний внесок у вивчення цієї тематики зробили вчені: K. Matsushima, Y. Arima, I. F. Akyildiz, M. T. Vega [6-8].

Зазначені автори у своїх роботах досліджують питання, пов'язані з організацією, побудовою та функціонуванням мереж зв'язку п'ятого і наступних поколінь для надання нових послуг, таких як доповнена реальність, Тактильний Інтернет, безпілотний автотранспорт тощо. Їхні дослідження спрямовані на вирішення завдань математичного опису мереж п'ятого та наступних поколінь, розробку підходів до побудови мереж із урахуванням появи нових послуг, підвищення ефективності функціонування мережі, розподілу обчислювальних ресурсів, а також забезпечення належної якості при наданні таких послуг. У більшості досліджень значна увага приділяється питанням прогнозування навантаження на мережу та аналізу трафіку нових комунікаційних послуг. Проте ці роботи не враховують особливості голографічного трафіку, його вплив на функціонування мереж зв'язку, а також оцінку якості надання таких послуг суб'єктивними методами [9].

Теоретична значимість роботи полягає в розробці та дослідженні моделей трафіку для нового виду послуг — голографічного типу комунікації — у мережах зв'язку п'ятого та наступних поколінь, що дозволило визначити кількість і тип розподілів, які характеризують ці моделі трафіку. Це визначає підходи до формування принципів побудови та організації послуг у мережах п'ятого та наступних поколінь з урахуванням особливостей нових видів трафіку [10].

Важливим результатом, який має суттєву теоретичну цінність, є оцінка якості надання послуг голографічного конференц-зв'язку суб'єктивним методом оцінювання, що базується на відомій експертній методиці оцінки якості обслуговування MOS (Mean Opinion Score). Це дозволить у подальшому сформулювати концепцію оцінки якості сприйняття голографічних послуг [11].

Практична значимість роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути покладені в основу створення науково обґрунтованих рекомендацій щодо планування, проєктування та організації мереж зв'язку п'ятого та наступних поколінь з урахуванням особливостей трафіку голографічних послуг. А також у розробці критеріїв і методів оцінки якості обслуговування та якості сприйняття голографічного типу комунікації. Отримані результати можуть бути використані в навчальному процесі закладів вищої освіти, що готують фахівців у відповідній галузі, при викладанні лекцій, а також під час проведення лабораторних і практичних занять.

Висновки

Проведено аналіз і дослідження голографічних послуг, у ході якого встановлено, що зростання трафіку, який генерується голографічними послугами, у найближчому майбутньому збільшиться в рази. Визначено основні особливості, характерні для голографічного типу комунікації. Виконано аналіз трафіку мультимедійних і голографічних послуг, а також послуг Інтернету речей. Проведено аналіз принципів побудови мереж п'ятого та наступних поколінь для надання голографічних послуг. Суб'єктивна оцінка якості сприйняття голографічного зображення показала, що у разі надання послуги голографічного конференц-зв'язку за моделлю MOS якість сприйняття починає погіршуватися за наявності 32 голографічних потоків і стає незадовільною при 48 потоках. Це необхідно враховувати під час планування експериментальних досліджень щодо оцінки якості сприйняття. Результати дослідження можуть стати основою для формування нових компетенцій і навичок у студентів закладів вищої освіти під час підготовки до професійної діяльності у сфері надання послуг зв'язку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Akyildiz, I. F. Holographic-type communication: A new challenge for the next decade / I. F. Akyildiz, H. Guo //ITU Journal on Future and Evolving Technologies. – 2022. – Т. 3. – №. 2. – С. 421-442.
2. Giuliano, R. From 5G-Advanced to 6G in 2030: New Services, 3GPP Advances and Enabling Technologies / R. Giuliano //IEEE Access. – 2024.
3. Giogiou, N. A qualitative study on the ethical and/or legal challenges based on the stakeholders' perspectives / N. Giogiou // Holographic Communications Technologies – 2022.
4. Anmulwar S. Frame Synchronisation for Multi-Source Holographic Teleportation Applications. – 2023.
5. Nardo, F.; Peressoni, D.; Testolina, P.; Giordani, M.; Zanella, A. Point cloud compression for efficient data broadcasting: A performance comparison. In Proceedings of the 2022 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Austin, TX, USA, 10–13 April 2022; pp. 2732–2737.
6. H. Liu, P. Yang, X. Wang, and W. Liu, “A qoe-fair synchronized transmission scheme for edge-assisted interactive virtual reality,” in IEEE INFOCOM 2023 -IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WK -SHPS), pp. 1–6, 2023.
7. Quach, M.; Pang, J.; Tian, D.; Valenzise, G.; Dufaux, F. Survey on deep learning-based point cloud compression. Front. Signal Process. 2022, 2, 846972. [CrossRef]
8. Chen, M.; Zhang, P.; Chen, Z.; Zhang, Y.; Wang, X.; Kwong, S. End-to-end depth map compression framework via rgb-to-depth structure priors learning. In Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Bordeaux, France, 16–19 October 2022; pp. 3206–3210.
9. Boopathiraja, S.; Punitha, V.; Kalavathi, P.; Prasath, V.S. Computational 2D and 3D medical image data compression models. Arch. Comput. Methods Eng. 2022, 29, 975–1007. [CrossRef] [PubMed]
10. Ishigaki, S.A.K.; Ismail, A.W. Real-time 3D reconstruction for mixed reality telepresence using multiple depth sensors. In Proceedings of the International Conference on Advanced Communication and Intelligent Systems, Virtual, 20– 21 October 2022; pp. 67–80.
11. Fernández S. et al. Addressing Scalability for Real-time Multiuser Holo-portation: Introducing and Assessing a Multipoint Control Unit (MCU) for Volumetric Video //Proceedings of the 31st ACM International Conference on Multimedia. – 2023. – С. 9243-9251.

Олійник Андрій Олегович — аспірант групи 172-22а, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: w0lfend00@gmail.com

Грабчак Назарій Віталійович — аспірант групи 172-23а, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nazariihrabchak@gmail.com

Муха Олександр Володимирович — студент групи ПЗТ-23мс, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: muhaoleksandr35@gmail.com

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Oliinyk Andrii O. — graduate student of group 172-22a, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: w0lfend00@gmail.com

Hrabchak Nazarii V. — graduate student of group 172-23a, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nazariihrabchak@gmail.com

Mukha Oleksandr V. - student of group TSS-23mc, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: muhaoleksandr35@gmail.com

Supervisor: **Vasylykivskiy Mykola V.** — candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Information Communication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia