

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ ЛІТАЮЧИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено переваги інтеграції безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і наземних мереж зв'язку, включаючи швидкість розгортання, можливість ліній зв'язку прямої видимості і гнучкість у розгортанні для покращення зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій. Результати оцінювання розширених моделей трафіку для передбачення вимог до якості обслуговування для різних видів трафіку, включаючи IoT, TI та AR допомагають враховувати різницю в якості обслуговування для гетерогенного трафіку.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, наземна мережа зв'язку, програмно-конфігурована мережа, граничні обчислення, гетерогенна мережа п'ятого та наступних поколінь.

Інтеграція різноманітних мережевих технологій і середовищ (космос, повітря, земля, море) є важливим кроком у розвитку сучасних гетерогенних мереж зв'язку. Це означає, що різні технології і середовища комунікації об'єднуються для надання користувачам потрібних послуг. Загалом, розвиток мереж зв'язку в напрямку гетерогенних і інтегрованих мереж дозволяє розширити можливості комунікації і покращити зв'язок в різних ситуаціях і середовищах [1].

З урахуванням росту гетерогенного трафіку та викликів, пов'язаних із спільним використанням ресурсів наземної та повітряної мереж, використання таких нових технологій, як програмно-конфігуровані мережі (SDN), граничні обчислення (MEC) і безпілотні літальні апарати (UAV), стає дуже актуальним. Важливі тенденції в сучасній телекомунікаційній галузі і вказують на необхідність досліджень і розвитку нових рішень для задоволення потреб майбутніх мереж зв'язку п'ятого покоління [2, 3].

Метою роботи є визначити нові стратегії та рішення для розвитку мереж зв'язку п'ятого покоління для врахування вимог до якості обслуговування в гетерогенному середовищі.

Аналіз інтеграції безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і наземних мереж зв'язку п'ятого і наступних поколінь визначає важливі переваги цієї інтеграції, яка може робити мережі зв'язку більш гнучкими і сприяти поліпшенню якості обслуговування користувачів.

Додавши SDN до мереж БПЛА, можна досягти значних переваг. Підвищення ефективності мережевої структури БПЛА: SDN дозволяє гнучко керувати ресурсами мережі та оптимізувати її функціонування, що особливо важливо в мережах БПЛА, де ресурси можуть бути обмеженими. Зниження енергоспоживання БПЛА: Використання SDN для ефективного керування мережею може призвести до зменшення споживання енергії БПЛА, що є критичним аспектом для подовження часу їх автономної роботи. Прискорення розгортання мережі та зменшення вартості: SDN може спростити керування та налаштування мережі, що дозволяє зменшити витрати часу та грошей на її розгортання і обслуговування. Отримані результати підкреслюють важливість подальших досліджень у галузі інтеграції SDN та БПЛА, а також можливість застосування цих рішень для поліпшення функціонування мереж зв'язку п'ятого покоління. Розвиток цієї області може сприяти подальшому розвитку і вдосконаленню мереж зв'язку з використанням нових технологій та підходів [4].

Дослідження моделей трафіку для мереж зв'язку п'ятого та наступних поколінь вказує на глибоке розуміння складності гетерогенного характеру трафіку в цих мережах. Отримані результати дозволяють зрозуміти і прогнозувати вимоги до якості обслуговування, затримки та ймовірності втрати пакетів для об'єданого потоку трафіку. Розширена модель трафіку, що включає трафік інтернету речей (IoT), тактильного інтернету (TI) та доповненої реальності (AR) враховує різні властивості і вимоги цих видів трафіку. Здатність оцінювати якість обслу-

говування, затримку і ймовірність втрати пакетів для об'єднаного потоку трафіку дозволяє аналізувати вплив властивостей трафіку та інтенсивності навантаження на якість обслуговування [5].

Виявлення різниці в якості обслуговування між різними видами трафіку дозволило встановити, що для агрегованого трафіку, який включає ТІ та АR, ймовірність втрати пакета є більшою, ніж для трафіку ІoТ. Це визначення вказує на те, що різні види трафіку можуть вимагати різного рівня обслуговування. Важливість гетерогенного характеру трафіку і використання всіх доступних ресурсів, включаючи ресурси БПЛА для забезпечення якості обслуговування і сприйняття підкреслює потребу в інтеграції різних технологій і ресурсів для ефективної підтримки гетерогенного трафіку. Отримані результати створюють основу для подальших досліджень та розробки стратегій керування трафіком в мережах зв'язку п'ятого та наступних поколінь. Вони також вказують на важливість розробки мережевих рішень, які можуть адаптуватися до різних видів трафіку та вимог користувачів для підтримки майбутнього розвитку мереж зв'язку [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Z. Sheng, H. D. Tuan, T. Q. Duong, and L. Hanzo, "UAV-aided two-way multi-user relaying," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 69, no. 1, 2021., pp. 246–260.
2. S. Ahmed, M. Z. Chowdhury, and Y. M. Jang, "Energy-efficient UAV relaying communications to serve ground nodes," *IEEE Communications Letters*, vol. 24, no. 4, 2020., pp. 849–852.
3. B. Ji, Y. Li, D. Cao, C. Li, S. Mumtaz, and D. Wang, "Secrecy performance analysis of UAV assisted relay transmission for cognitive network with energy harvesting," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 69, no. 7, 2020., pp. 7404–7415.
4. М. Васильківський, О. Болдирева, Д. Онишук, Ю. Гнатенко «Динамічна інформаційна мережа із вбудованим штучним інтелектом», КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО, (50), 36-45. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-05>
5. Васильківський, М., Городецька, О., Стальченко, О., & Будаш, М. (2023). Інтегрована радіосистема сканування та зв'язку. *Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки.* – 2023. – № 2. (319). – С. 56–63. doi: 10.31891/2307-5732-2023-319-1-56-63
6. Васильківський, М., Прикмета, А., Олійник, А. і Ксьондз, Н. 2023. Оптимізація програмно-конфігурованих літаючих мереж доступу. *КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО.* 52 (Вер 2023), 128-139. DOI:<https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-52-16>.

Васильківський Микола Володимирович — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Прикмета Андрій Володимирович — аспірант групи 172-22а, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: botan.mua@gmail.com

Грицаюк Дмитро Юрійович — студент групи ТКС-22м, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

TECHNOLOGIES FOR SOFTWARE-CONFIGURABLE FLYING ACCESS NETWORKS

Abstract

The advantages of integrating unmanned aerial vehicles (UAVs) and terrestrial communication networks, including speed of deployment, line-of-sight capability, and flexibility in deployment to improve communications in emergency situations, are investigated. Evaluation results of advanced traffic models to predict QoS requirements for different types of traffic, including IoT, TI, and AR, help to account for differences in QoS for heterogeneous traffic.

Keywords: unmanned aerial vehicle, terrestrial communication network, software-configurable network, edge computing, heterogeneous network of the fifth and subsequent generations.

Vasylykivskyi Mykola Volodymyrovych - candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Information Communication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Prykmeta Andrii Volodymyrovych — graduate student of group 172-22a, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: botan.mua@gmail.com

Hrytsaiuk Dmytro Yuriiovych - student of group TCS-22m, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com