

УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕЮ БПЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ SDN

Лисенко О. І., Валуйський С.В.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: samubf@gmail.com

UAV network control using SDN

The article describes main challenges and possible solutions for UAV network control system using SDN. It shows the main features required for UAV network and SDN capabilities to meet this requirements.

Мережі БПЛА є обмеженими в ресурсах зв'язку, вузли є непостійними, зв'язок переривчастий, і таким чином канали можуть бути порушеними. Це призводить до проблеми в плануванні та розподілі ресурсів. Різні мережі використовують різні протоколи маршрутизації і, отже, навіть вузли, які використовують ту саму технологію доступу (IEEE 802.11p чи IEEE 802.11s), не можуть працювати в іншій мережі через відмінності на вищих рівнях стеку протоколів. Зазначені проблеми можна було б вирішити за рахунок визначення стеку протоколів у програмному забезпеченні. Таким чином БПЛА можуть бути запрограмовані гнучко, щоб працювати в різних середовищах передачі даних. Однак це не єдина причина, чому програмне управління мережею є бажаним. Існує ряд інших вимог, що виникають у випадку таких мереж, як MANET, VANET та БПЛА мереж. Їм потрібно підтримувати мобільність вузлів та часті зміни топології. Вузли можуть вийти з ладу, наприклад, через розрядження акумулятора, і їх потрібно замінити на нові вузли. Канали є переривчастими і це також накладає певні труднощі на управління мережею. У цьому випадку доречним є застосування концепції SDN. SDN забезпечує спосіб програмного управління мережами, полегшуючи розгортання та управління новими додатками та послугами, а також дозволяє налаштовувати мережеві політики та продуктивність [1], [2].

Технологія SDN призначалася в основному для мереж із фіксованою інфраструктурою. Особливо широке застосування вона знайшла в центрах обробки даних (дата центрах), оскільки вважалося, що SDN підходить саме для мереж із централізованим управлінням, в той час як безпроводові ad hoc та mesh мережі були децентралізованими. Поділ на комутуючі пристрої та контролери також викликає певні проблеми із безпекою, балансом управління та гнучкістю. Однак через безумовні переваги, які надає технологія, у світі серед науковців і промисловості все більше зростає зацікавленість до застосування SDN в динамічних мобільних безпроводових мережах. У таких мережах, як VANET, використання SDN може допомогти у виборі маршруту та виборі каналу передачі даних. Це дозволить зменшити інтерференцію, покращити використання безпроводових ресурсів, включаючи канали та маршрутизацію в багатоланкових mesh мережах. Однак незважаючи на зростаючий інтерес, досі немає чіткого і всебічного розуміння

того, як переваги SDN можуть бути реалізованими для сценаріїв безінфраструктурних безпроводових мереж і як само концепція SDN повинна бути розширена відповідно до характеристик безпроводового та мобільного зв'язку [1].

Одним із часто використовуваних протоколів для впровадження SDN у безпроводових мережах є OpenFlow. Стверджується, що OpenFlow забезпечує істотні переваги для мобільних та безпроводових мереж. Він допомагає оптимізувати використання ресурсів у динамічному середовищі, забезпечує автоматизацію операцій, дозволяє кращий рівень управління та більш легке впровадження глобальних політик та нових сервісів. Протокол OpenFlow відокремлює функції комутації та контролю. Комутатори OpenFlow є програмованими та містять таблиці потоків та протокол взаємодії з контролерами [3].

Така мережа може бути сформована шляхом організації площини передачі даних, БПЛА комутаторів на основі OpenFlow, та площини централізованого управління на наземному контролері або розподіленого управління на мережі БПЛА. Елементи комутації (передачі даних) є простими комутаторами OpenFlow (не є IP-маршрутизаторами), що містять таблиці потоків, якими керує контролер по встановленим правилам. Таблиці потоків представляють собою набір критеріїв та відповідних дій, що визначають обробку, яка буде застосована до певного набору пакетів. В якості дій можуть виконуватись фільтрація, переадресація на певний порт, перезапис заголовка і т.і. На рис. 2а показано варіант реалізації площини централізованого управління на основі SDN в мережі БПЛА.

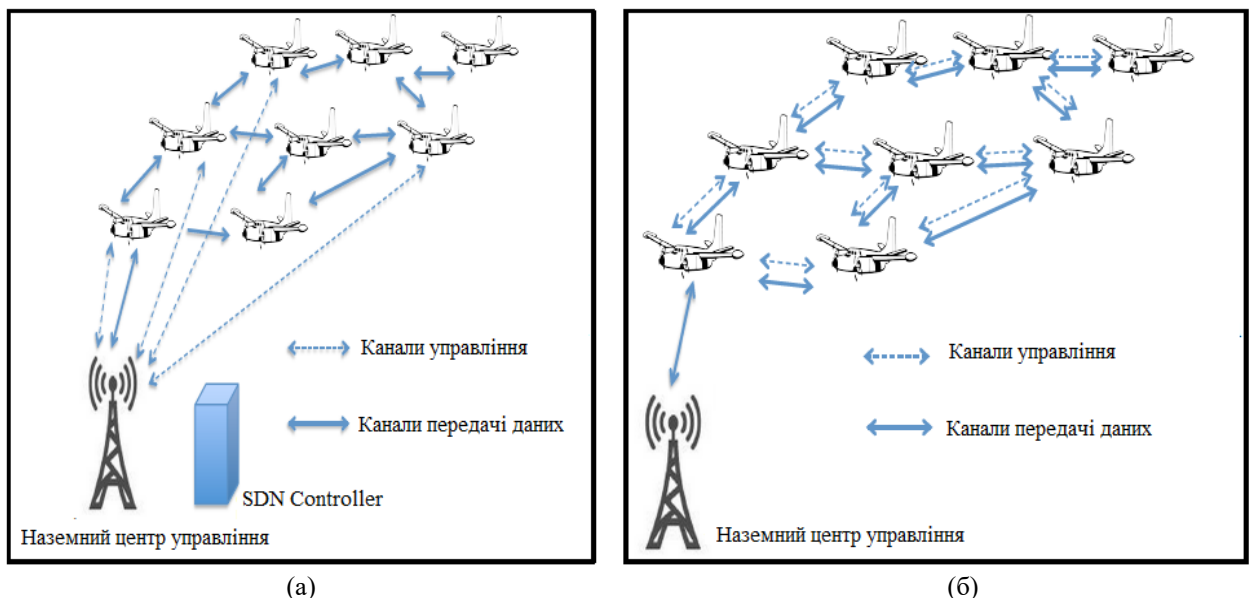


Рис.2. SDN з централізованим управлінням (а) та SDN з розподіленим управлінням (б).

Площина управління мережею SDN може бути централізованою, розподіленою або гібридною. Контролер має глобальний погляд на мережу і може ефективно маршрутизувати трафік. Він оновлює таблиці потоків комутаторів OpenFlow з відповідними критеріями та діями обробки [4]. У

централізованому режимі показано, що контролер, який визначає всі дії, що здійснюють безпроводові комутатори БПЛА, розміщений на землі. Але він також може бути повітряного базування. На малюнку 3б показано розподілене управління мережею SDN. У режимі розподіленого управління функції управління розподіляються між усіма БПЛА і кожен вузол контролює його поведінку. У гібридному режимі контролер делегує функції управління обробкою пакетів локальному агенту і таким чином між усіма елементами SDN передається трафік управління.

Дослідники з університету Карлстад (Швеція) продемонстрували можливість інтеграції OpenFlow з безпроводовими mesh мережами KAUMesh в невеликих масштабах [5]. Автори [2] наводять порівняння маршрутизації VANET на основі SDN з іншими традиційними протоколами маршрутизації MANET/VANET, включаючи GPSR, OLSR, AODV та DSDV. Вони зауважують, що маршрутизація на основі SDN перевершує інші традиційні ad hoc протоколи маршрутизації з точки зору коефіцієнта доставки пакетів для різних швидкостей. Головною причиною цього є сукупні знання, які має контролер SDN. У [6] автори узагальнюють сучасну ситуацію, кажучи, що SDN пропонує розширену конфігурацію, покращену продуктивність та заохочує інновації, але вона все ще знаходиться в зародковому стані, і багато фундаментальних питань все ще залишаються не повністю вирішеними. Можливості SDN для виконання різних вимог mesh мережі на основі БПЛА наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Потреби мережі БПЛА та можливості SDN.

Потреби мережі БПЛА	Можливості SDN
Підтримка мобільності вузлів	Реконфігурація за допомогою механізму оркестрації
Гнучкі стратегії комутації та маршрутизації	Гнучке визначення правил маршрутизації на основі заголовка або корисного навантаження пакету
Ненадійні безпроводові канали	Інтелектуальний вибір маршрутів та каналів
«Озеленення» мережі	Підтримує вимикання пристроїв, коли вони не використовуються. Підтримує агрегацію даних у мережі
Зменшення інтерференції	Можливе за рахунок вибору маршруту / каналу

Література

1. M. Mendonca, B. N. Astuto, K. Obraczka and T. Turletti, "Software Defined Networking for Heterogeneous Networks," IEEE MMTC ELetters, 2013, vol. 8, no. 3, pp. 36–39.
2. I. Ku et al., "Towards Software-Defined VANET: Architecture and Services," 13th Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (MED-HOC-NET), 2014, pp. 103–110.
3. N. McKeown et al., "OpenFlow: enabling innovation in campus networks," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, vol. 38, no. 2.
4. A. Detti, C. Pisa, S. Salsano, N. Blefari-Melazzi, "Wireless Mesh Software Defined Networks (wmSDN)," IEEE 9th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Oct 2013, pp. 89–95.
5. P. Dely, A. Kessler, N. Bayer, "Openflow for wireless mesh networks," Proceedings of 20th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), July–Aug 2011, pp. 1–6.
6. W. Xia, Y. Wen, C. H. Foh, D. Niyato and H. Xie, "A Survey on Software-Defined Networking," IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014.