

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В AD HOC МЕРЕЖАХ ІЗ БПЛА

Валуйський С.В., Єфименко О.С.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: o.yefymenko@gmail.com

ANALYSIS OF THE ROUTING METHODS APPLICATION IN AD HOC NETWORKS WITH UAVS

The article describes the result of the analysis of existing data transmission protocols in UAV networks. Features of protocols, their influence on a bandwidth, a data transmission delay, fault tolerance of a system and energy efficiency of network nodes are considered.

Мережі БПЛА, що призначені для різних застосунків, можуть варіюватися від повільних динамічних систем до тих, що змінюють своє місце розташування з великою швидкістю. Одні вузли мережі можуть вийти з ладу через збій в системі або втрату живлення, інші можуть приєднуватися динамічно. У енергоефективних мережах радіопристрої можуть бути автоматично вимкнені для економії енергії при відсутності навантаження та відсутності активних з'єднань.

До таких мереж висуваються суворі вимоги, такі як: пошук найбільш ефективного маршруту, що дозволяє мережі масштабуватись з мінімальними затримками, піклуючись про мобільність та забезпечуючи високу якість обслуговування.

Для ефективної маршрутизації в БПЛА мережах необхідна постійно оновлювана інформація про місцезнаходження вузлів мережі, контроль заряду безпілотних апаратів, стійкість до розривів зв'язку та зміни топології. Проектування мережевого рівня для мереж БПЛА залишається одним із найскладніших завдань [1].

Статичні протоколи мають статичні таблиці маршрутизації, які обчислюються та завантажуються під час запуску задачі. Ці таблиці не можуть змінюватися під час функціонування. Через це обмеження ці системи не є стійкими до несправностей та непридатні для динамічно змінюваного середовища. Їх застосовність в мережах БПЛА обмежена.

Проактивні протоколи використовують таблиці маршрутизації для зберігання інформації про всі хости мережі. Таблиці повинні оновлюватися при зміні топології. Основна перевага проактивних протоколів – найбільш актуальна інформація про топологію та хости мережі. Але для застосування таких протоколів в мережах БПЛА таблиці повинні оновлюватися шляхом передачі інформації між вузлами мережі, що робить це поганим вибором для

БПЛА мереж через малу пропускну здатність каналів зв'язку [2].

Реактивні (On-demand) протоколи – це протоколи по запиту. Маршрут між вузлами зберігається тільки тоді, коли між ними відбувається передача даних. Реактивні протоколи створені на заміну проактивним. Завдяки активації по запиту, смуга пропускання не завантажується періодичним обміном інформації про топологію мережі та її хости. Але недоліком є час, необхідний для пошуку маршруту між хостами мережі під час сеансу зв'язку, що створює додаткові затримки [3].

Реактивні протоколи поділяються на два типи:

- Маршрутизація джерела;
- Перехідна маршрутизація.

В першому типі всі пакети мають інформацію про хост, що відправив пакет, та вузол призначення, проміжні хости можуть пересилати ці пакети в відповідності до таблиці маршрутизації.

В реактивних протоколах з перехідною маршрутизацією пакети зберігають інформацію тільки про місце призначення. Такі протоколи мають перевагу в мережах з частою зміною топології, проміжні хости можуть пересилати пакети у відповідності з отриманою інформацією.

Гібридні протоколи. Затримка при пошуку маршруту в реактивних протоколах та заповнення каналу зв'язку для оновлення таблиць маршрутизації в проактивних протоколах – ці недоліки можуть бути усунені. Вузли мережі об'єднані в структурні одиниці – зони, що обумовлені географічним розташуванням вузлів. Трафік, в першу чергу, передається між зонами, що зменшує необхідність будувати маршрут між великою кількістю хостів та значно знижує затримки в мережі [2].

Географічні 3D протоколи. Особливістю таких протоколів є те, що хост-джерело має інформацію про географічне розташування хоста-приймача, що дає можливість відправляти інформацію, базуючись на координатах, без побудови маршруту між хостами мережі. Технологія заключається в тому, що кожен вузол мережі пересилає пакети до наступного хоста, який розташований ближче, до місця призначення. Недоліком таких протоколів є затримка, яка виникає, коли останній хост не може надіслати інформацію далі. В такому випадку запускається механізм відновлення, інформація передається на інший вузол мережі [3].

Деталі порівняльного аналізу розглянутих проторолів маршрутизації наведено в Табл.1. Протоколи усіх типів недостатньо ефективні в мережах на основі БПЛА, а отже потребують вдосконалення, що буде розглянуто в подальших дослідженнях.

Таблиця 1. Нюанси використання існуючих протоколів в БПЛА мережах.

Протокол	Нюанси застосування в БПЛА мережах
Статичні (LCAD, MLHR, Data Centric)	Фіксовані таблиці, які не підходять для динамічної топології, не масштабуються, мають більшу вразливість до помилок оператора, мають великі затримки.
Проактивні (OLSR, GSR, FSR, DSDV, BABEL, B.A.T.M.A.N)	Великі витрати на постійне оновлення таблиць, неможливість використання в мережах з обмеженою пропускну здатністю, повільна реакція на зміну топології призводить до затримок.
On-demand or reactive (DSR, AODV)	Висока затримка при пошуку маршруту. Маршрутизація джерела даних погано масштабується. Через великий розмір заголовків збільшується затримка.
Гібридні (ZRP, TORA)	Важко застосувати в мережах з динамічною топологією.
Географічні 3D (GHG, GRG, GDSTR-3D, MDT)	Недоліком є статична топологія мережі. Періодично неможливо отримати інформацію про розташування вузлів мережі. Механізм відновлення неефективний через відсутність побудованого маршруту.

Література

1. I. Bekmezci, O. K. Sahingoz, S. Temel, "Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A survey," Ad Hoc Networks, 2013.
2. K. Daniel, C. Wietfeld, "Using Public Network Infrastructures for UAV Remote Sensing in Civilian Security Operations," Homeland Security Affairs, Best Papers from the IEEE Conference on Technologies for Homeland Security, Jan 2011, <http://www.hsaj.org/?article=0.3.3> Access date: Oct 2014.
3. P. B. Bök, Y. Tuchelmann, "Context-Aware QoS Control for Wireless Mesh Networks of UAVs," Proceedings of the International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), Aug 2011.