

Міністерство освіти і науки України

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
AGH науково-технологічний університет імені Станіслава Сташіца
в Кракові

**КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

**Матеріали
міжнародної науково-технічної конференції
молодих вчених, аспірантів та студентів**

**10–12 квітня 2017 року
Івано-Франківськ, Україна**

**COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES
AND MANAGEMENT SYSTEMS**

**Proceedings
of the International Scientific Young Scientists Conference**

**2017, April, 10th to 12th
Ivano-Frankivsk, Ukraine**

Івано-Франківськ
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
2017

Електронне видання комбінованого
використовування на CD-ROM

УДК 004+005

Наукові редактори: докт. техн. наук, проф. **Л.Б. Петришин** (ПНУ, АГН);
докт. техн. наук, проф. **П. Лебковський** (АГН).

Рецензенти:

д.т.н., проф. **І.Т. Когут**;
д.т.н. **Д. Саля**;
д.т.н., проф. **В. Кубіньски**.

Комп'ютерні науки, інформаційні технології та системи управління :
матеріали Міжнародної науково-технічної конференції студентів,
аспірантів та молодих вчених, м. Івано-Франківськ, 10–12 квітня
2017 року / наук. ред. Л. Б. Петришин, П. Лебковський. – Електрон. дані. –
Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. –
Назва з тит. екрана.

ISBN 978-966-640-435-3

Збірник містить матеріали статей Міжнародної науково-технічної конференції
з проблем комп'ютерних наук, інформаційних технологій, систем управління та
ігрового програмного забезпечення.

УДК 004+005

ISBN 978-966-640-435-3

© ПНУ ім. В. Стефаника та автори, 2017

Характеристики Протоколів Маршрутизації з Урахуванням Якості Обслуговування в Ad-Нос Мережах

Юлія Казак (ORCID 0000-0002-1055-7537)

Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, Україна
flygerl1@bigmir.net

Abstract. У даній роботі проведений огляд основних рішень для маршрутизації з урахуванням QoS в мережі MANET. Поточні дослідження протоколів маршрутизації для мобільних Ad-hoc мереж (MANET) об'єдналися в кілька домінуючих протоколів маршрутизації, які включають оптимізований Link State Routing Protocol (OLSR), спеціальний вектор відстані за вимогою (AODV) і динамічну маршрутизацію від джерела (DSR). У той же час, класичні протоколи маршрутизації, такі як відкритий протокол маршрутизації, що базується на алгоритмі пошуку найкоротшого шляху (OSPF) і протокол, що використовує дистанційно векторний алгоритм (DSDV), покращені для мереж MANET. На основі проведеного аналізу існуючих протоколів сформована таблиця, дані якої можуть бути застосовані при обґрунтуванні вибору протоколу маршрутизації в мережах MANET.

Keywords: Ad-hoc мережі, протоколи маршрутизації, якість обслуговування.

1 Вступ

Одним з найбільш перспективних напрямків мережних технологій є мережі MANET (mobile Ad hoc networks) завдяки унікальній можливості розгортання цих мереж в будь-якому місці і в будь-який час. Мережі MANET – це безпроводові самоорганізуючі мережі, які призначені для зв'язку між рухомими об'єктами. Характерною особливістю цих мереж є динамічна змінна топологія, яка формується на базі автономних вузлів, що функціонують як маршрутизатори і які об'єднані в комунікаційну самоорганізуючу мережу.

Мережі MANET володіють певними унікальними характеристиками, які створюють ряд труднощів у забезпеченні якості обслуговування (QoS). До таких характеристик можна віднести динамічну топологію мережі, відсутність точної інформації про стан маршруту, відсутність централізованого управління, схильні до помилок радіоканали, що спільно використовуються, обмежена доступність ресурсів, а також приховані проблеми терміналів [1]. Більшість протоколів маршрутизації для мобільних Ad hoc мереж, таких як OLSR, DSDV,

DSR, AODV і ZRP, розроблено без явного врахування QoS. Маршрутизація з урахуванням QoS вимагає знаходження не тільки маршруту від джерела до пункту призначення, а й маршруту, який задовольняє вимоги QoS, такі як пропускна здатність, затримка, тремтіння або ймовірність втрати пакетів.

Незважаючи на те, що QoS в мережі MANET широко досліджувалась, це – швидко зростаюча область дослідницького інтересу через зростаючу популярність і необхідність мультимедійних додатків. Це пов'язано з тим, що мультимедійні додатки часто мають строгі вимоги до часу і надійності, які повинні задовольняти мережу. Як наслідок, особливо в останні п'ять років, фокус змістився з послуг з кращими результатами на забезпечення більш високого і більш певного QoS в дослідженнях мережі MANET. Протоколи маршрутизації з урахуванням якості обслуговування грають важливу роль в механізмі QoS, оскільки їх завдання – визначити, які вузли, якщо такі є, можуть обслуговувати додатки з необхідною якістю. Таким чином, протоколи маршрутизації з урахуванням QoS також грають важливу роль в управлінні доступом до сеансу зв'язку, оскільки це залежить від виявлення маршруту, який може підтримувати запитувана QoS.

Таким чином, на сьогоднішній день існує безліч проблем в області створення безпроводових самоорганізуючих мереж зі змінною топологією. Однією з головних є проблема маршрутизації, яка забезпечує необхідну якість обслуговування.

Отже розробка нових і вдосконалення існуючих алгоритмів маршрутизації з метою підвищення ефективності передачі даних, є актуальним завданням.

2 Проблеми, пов'язані з наданням якості в мережі MANET

Основні проблеми в забезпеченні механізмів маршрутизації з урахування QoS для мереж MANET наведено в роботі [2].

Динамічна топологія. Зміни в топології мережі MANET обумовлені постійними змінами положення рухливих вузлів, довжиною життя вузла, а також входу і виходу мобільних вузлів в мережу. Проте, часті обміни інформацією про топологію можуть привести до значного перевантаження обмеженої пропускної здатності безпроводових ліній зв'язку, а також можливе виснаження обмеженого часу автономної роботи вузлів, що беруть участь у маршрутизації. Ці ускладнення, що накладаються на рухливість в мережі MANET, можуть серйозно погіршити якість мережі. Часті поломки маршрутів є природним наслідком мобільності, що ускладнює маршрутизацію. Застосування управління топологією може бути рішенням для зниження великого обсягу службового трафіку, що виникає в результаті безперервних змін в параметрах мережі.

Ненадійність безпроводового каналу. Безпроводові канали можуть бути ненадійними через перешкоди з боку інших передач, теплових перешкод, затінення і ефекту багатопроменевого замирання. Все з даних причин впливають або на коефіцієнт доставки пакетів або ж на гарантію довговічності лінії зв'язку.

Мобільність вузла. Інформація про топологію повинна часто оновлюватися, для того щоб вузли знали про пакети даних, які будуть направлятися в пункти призначення.

Канал з'єднання. Для реалізації топології мережі, вузли в мережі MANET повинні спілкуватися по загальному каналу. Проте, це призводить до проблем перешкод і з'єднання каналу. Цю проблему канального з'єднання можна уникнути, вдаючись до таких протоколів як CDMA (Code Division Multiple Access) і TDMA (Time Division Multiple Access) і їх поліпшеним варіантам.

Відсутність централізованого управління. Основною перевагою мережі MANET є те, що вона може бути створена на спеціальній основі та її вузли можуть динамічно змінюватися. Відсутність централізованого управління є невід'ємною умовою мереж MANET.

Неоднорідність. Мережі MANET, як правило, гетерогенні і мають різні типи мобільних вузлів, що використовують різні комунікаційні технології. Вузли відрізняються в своїх енергетичних потужностях і обчислювальних здібностях. Отже, мобільні вузли будуть мати різні швидкості генерації пакетів, мережеву активність і показники витрати енергії. Робота з вузлами гетерогенності є найважливішим фактором для успішної роботи мереж MANET.

Небезпечна середу. Безпека є серйозною проблемою в мережах MANET, особливо для військових і тактичних застосувань. Мережі MANET уразливі для атак, таких як підміна, підслуховування, відмова в обслуговуванні, спотворення повідомлення і імперсонації.

Неточний стан інформація. Вузли в мережі MANET передають інформацію про стан лінії зв'язку і потоку конкретної інформації. Інформація про стан лінії зв'язку включає в себе затримку, пропускну здатність, частоту помилок, швидкість втрати, вартість, стабільність і значення відстані для кожного з'єднання. Потік конкретної інформації включає в себе адресу джерела, ідентифікатор сеансу, адресу одержувача і QoS вимоги потоку, такі як максимальна вимога до смуги пропускання, вимога мінімальної смуги пропускання, максимальна затримка і максимальна затримка джитера. Інформація про стан мережі часто буває неточною через мобільності вузлів і характеристик каналу.

Енергетичні обмеження. Частина або всі вузли мережі MANET можуть працювати від батарей або інших джерел з обмеженою ємністю. Для таких вузлів важливу роль відіграють питання економії енергії.

3 Базові підходи QoS

Загальновідомі три базових підходи QoS [3]:

1. Best Effort – абсолютна відсутність механізмів QoS. Використовуються всі доступні ресурси мережі без будь-якого виділення окремих класів трафіку і регулювання. Забезпечується автоматичне мінімальне управління параметрами мережі і відсутність гарантії доставки даних. Прикладом забезпечення QoS на цьому рівні є черги FIFO (First in First out – першим увійшов, першим вийшов).

2. Soft QoS (Differentiated service) – модель диференційованого обслуговування. Розділяє трафік на класи, вводячи кілька рівнів QoS, і

забезпечує пріоритезацію трафіку і використання різних механізмів організації черг. Архітектура DiffServ припускає наявність класифікаторів і формувачів трафіку на межі мережі, а також підтримку функції розподілу ресурсів в ядрі мережі.

3. Hard QoS (Guaranteed service) – модель інтегрованого обслуговування. Забезпечує якість обслуговування, гарантуючи необхідну пропускну здатність за рахунок абсолютного резервування мережних ресурсів і використання спеціального протоколу сигналізації RSVP і більш ефективних алгоритмів управління розподілом трафіку.

Якщо вимоги QoS до з'єднання гарантовано виконуються протягом усього сеансу, QoS підхід називається жорстким (Hard QoS). У мережі MANET дуже складно забезпечити жорсткі гарантії QoS для призначених додатків. Деякі з протоколів NSR і SIRCCR (SIR і Channel Capacity based Routing). Якщо вимоги QoS не гарантовано для всього сеансу, QoS підхід називається підходом з м'яким QoS (Soft QoS). Таким чином, QoS гарантії можуть надаватися лише в певних статистичних межах. Більшість протоколів забезпечують м'які гарантії QoS. Тверде QoS, що надається мережним технологіями, такими як ATM, є чудовим способом поділу мережних ресурсів для регулювання трафіку. Основною перевагою QoS жорсткого підходу над м'яким QoS є гарантована пропускну здатність. Soft QoS виявилося життєздатним і надійним конкурентом Hard QoS, але, тим не менш, за нижчою ціною.

4 Метрики QoS

Метрики, що зазвичай використовуються додатками для вказівки вимог QoS до протоколу маршрутизації [4]:

- мінімальна необхідна пропускну здатність або ємність (b/s) – необхідна пропускну здатність додатків;
- максимальна допустима затримка (s) – зазвичай визначається як максимально допустима наскрізна (від джерела до пункту призначення) затримка для пакетів даних;
- максимальний допустимий дрейф затримки – одне загальноприйняте визначення цього показника – це різниця між верхньою межею наскрізної затримки (ВМНЗ) і абсолютною мінімальною затримкою (АМЗ). ВМНЗ включає в себе затримку черг на кожному вузлі, а АМЗ визначається затримкою поширення і часом передачі пакета. Час передачі між двома вузлами – це просто розмір пакета в бітах / пропускну здатності каналу. Ця метрика також може бути виражена як дисперсія затримки;
- максимальне припустиме співвідношення втрат пакетів – допустимий відсоток від загальної кількості відправлених пакетів, які не приймаються транспортним агентом або агентом більш високого рівня на кінцевому вузлі пакета.

5 Протоколи маршрутизації, що забезпечують QoS

На основі аналізу в даній роботі запропоновано класифікувати усі протоколи маршрутизації з урахуванням QoS за такими характеристиками:

- метод побудови мережі або топології мережі (плоска, ієрархічна або локальна);
- підхід до виявлення маршруту (проактивний, реактивний, гібридний або географічний);
- тип гарантії якості (Best Effort, Soft, Hard);
- тип метрики, що використовується (Single, Multi).

На основі використовуваного механізму оновлення інформації про маршрутизацію підходи для визначення маршруту з урахуванням QoS можна розділити на три категорії: проактивні, реактивні і гібридні. Проактивні протоколи – це протоколи, що підтримують маршрутизацію на кожному вузлі. Реактивний протокол також називається протоколом «за запитом». Інформація про стан надається за необхідністю. Гібридний протокол є комбінацією проактивних і реактивних стратегій.

У більшості протоколів основна увага приділялася забезпеченню гарантованої пропускної здатності, оскільки пропускна здатність вважається найбільш важливою вимогою. Протоколи маршрутизації, що використовують тип метрики Single є більш успішними, однак, вони не завжди працюють краще за все. Так, у алгоритмі CEDAR пропускна здатність використовується як єдиний параметр забезпечення якості. Більшість мультимедійних додатків вимагають, щоб зв'язок відповідав суворим вимогам щодо затримки, затримки джитера, вартості та інших показників QoS. За цих обставин тенденція полягає в переході від маршрутизації з типом метрики Single до Multi. Основна функція маршрутизації з типом метрики Multi – знайти правильний шлях, який одночасно відповідає деяким обмеженням, що є великою проблемою для мереж MANET, де топологія може постійно змінюватися.

У даній роботі запропонована класифікаційна таблиця протоколів маршрутизації (табл. 1), які враховують якість обслуговування. Перераховані та інші протоколи оптимізують ті параметри маршрутизації, які представляють значимість для конкретного мультимедійного додатка, тому вибір протоколу залежить в кінцевому підсумку від вимог користувача.

Таблиця 1. Порівняння протоколів маршрутизації, що підтримують QoS

Протокол	Метод побудови маршруту	Мережна архітектура	Тип гарантії якості	QoS	
				Метрика	Тип метрики
CEDAR	Ієрархічний	Проактивний / реактивний	Soft	Пропускна здатність	Single
MRP	Ієрархічний	Реактивний	Soft	Пропускна здатність	Single
AQOR	Плоский	Реактивний	Soft	Пропускна здатність, затримка	Multi
QMRPD	Ієрархічний	Реактивний	Hard	Пропускна здатність, затримка, затримка усунення тремтіння, вартість	Multi
BEQR	Плоский	Реактивний	Soft	Пропускна здатність	Single
QOLSR	Ієрархічний	Проактивний	Soft	Пропускна здатність, затримка	Multi
PLBQR	Прогнозування розташування	Проактивний / реактивний	Soft	Затримка, пропускна здатність	Multi
QAODV	Плоский	Реактивний	Soft	Пропускна здатність, затримка	Multi
Ticket-based	Плоский	Реактивний	Soft	Пропускна здатність, затримка	Multi
GAMAN	Ієрархічний	Реактивний	Soft	Обмеженість затримки, коефіцієнт втрати пакетів	Multi

6 Висновок

Мобільні Ad hoc мережі – це самоорганізуючі мережі, що швидко розгортаються і не вимагають постійної інфраструктури. Підтримка QoS – складний, але життєво важливий компонент для досягнення того, щоб мережі MANET стали ефективним доповненням до інфраструктурних провідних та безпроводових локальних мереж.

У роботі представлено широке уявлення про поточні проблеми, пов'язані із забезпеченням QoS в безпроводових мобільних мережах Ad hoc. Окрім цього, наведена класифікація деяких протоколів маршрутизації з різними функціями для

забезпечення необхідної якості обслуговування. Кожен з цих протоколів унікальним чином вирішує проблеми оцінки пропускної здатності, затримки, виявлення маршрутів і обслуговування маршрутів, надаючи різні переваги і недоліки для кожного протоколу. У таблиці 1 наведено класифікацію цих протоколів маршрутизації з точки зору підтримки мобільності вузлів, підтримки масштабування мережі, мережевої архітектури, гарантії якості. Також відзначено невирішені проблеми, які необхідно вирішувати для маршрутизації з урахуванням якості обслуговування з точки зору оцінки пропускної здатності/затримки, виявлення маршруту, резервування ресурсів і обслуговування маршруту. Дані таблиці можуть бути застосовані при обґрунтуванні вибору протоколу маршрутизації в мережах MANET.

Література (References)

1. S. Chakrabarti and A. Mishra, "QoS Issues in Ad-Hoc Wireless Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 39, No. 2, February 2001, pp. 142-148.
2. J. Abdullah, "QoS Routing Solutions for Mobile Ad Hoc Network," Mobile Ad-Hoc Networks: Protocol Design, pp. 417-454, 2011.
3. Seema, Yudhvir Singh, Vikas Siwach. Quality of Service in MANET. International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET). Vol. 1 Issue 3 Oct 2012
4. A. Abdrabou and W. Zhuang, "A Position-Based QoS Routing Scheme for UWB Mobile Ad Hoc Networks," IEEE JSAC, vol. 24, Apr. 2006, pp. 850-856.

СЕКЦІЯ 2..... 72

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
INFORMATION TECHNOLOGIES

<i>Programy Bug Bounty jako podejście do zapewniania bezpieczeństwa aplikacji internetowych.....</i>	<i>73</i>
М. Szymański	
<i>Характеристики протоколів маршрутизації з урахуванням якості обслуговування в ad-hoc мережах.....</i>	<i>77</i>
Ю. Казак	
<i>Використання SaaS технологій при проектуванні систем управління навчанням</i>	<i>84</i>
О. Дашкевич	
<i>Особливості датчиків для визначення параметрів вібрації.....</i>	<i>88</i>
О. Лещенко, Е. Притуляк, К. Лещенко	
<i>Розробка системи підтримки прийняття рішень при проведенні лікарсько-діагностичних заходів</i>	<i>95</i>
Г. Мумладзе, А. Поворознюк	
<i>Проблеми впровадження інформаційних технологій у навчальний процес.....</i>	<i>97</i>
І. Михайлюк	
<i>Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для прогнозування кількості населення на заданій території</i>	<i>103</i>
М. Бурак	
<i>Прогнозування відмов відновлюваних об'єктів з ієрархічною конструктивною структурою</i>	<i>107</i>
Я. Проценко, Т. Бондаренко	
<i>Хмарні обчислення в мобільному математичному середовищі Sage</i>	<i>111</i>
І. Абрамова	
<i>Сервіс для створення інтерактивних завдань LearningApps</i>	<i>115</i>
А. Маринець	
<i>Побудова векторно-розгалужуючих діаграм на основі числення Фібоначчі</i>	<i>117</i>
М. Петришин	
<i>Порівняння фронтального зображення лиця із двома профілями</i>	<i>120</i>
І. Голуб'як	
<i>Технології створення електронних книг.....</i>	<i>126</i>
А. Дранчук	
<i>Спільноти Google як середовище навчально-виховного процесу.....</i>	<i>130</i>
Л. Рішко	
<i>Особливості застосування 3D-моделей в навчальному процесі</i>	<i>134</i>
І. Колісник	