АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦІЇ СИТУАТИВНИХ МОБІЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТАБЛИЦЬ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Тетяна Куба[1], Володимир Колодний[2], Наталія Лисак[3], Володимир Месюра[4]

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна,
тел.: (0432) 57-45-76[1], (0432) 43-78-80[2], E-Mail: tanyshak@gmail.com[1], volodymyr.mesyura@gmail.com[4]

Вступ

Мобільні персональні комп'ютери швидко поширюються та завойовують нові галузі. Від забезпечення повсякденних потреб звичайної людини до надзвичайних подій державного рівня. Це породжує необхідність функціонування ситуативних (ad hoc) мобільних мереж (СММ), кожен вузол яких виконує водночас дві ролі: виробника/споживача потоків пакетів даних, і маршрутизатора пакетів, призначених для інших вузлів. Вузли в таких мережах можуть вільно пересуваються у просторі, що викликає необхідність постійної адаптації маршрутів пакетів до не передбачуваних змін топології мережі.

Вузли СММ автономно встановлюють зв'язок шляхом транзитних безпровідних передач без будь-якої попередньої конфігурації мережі, інфраструктури або централізованого управління. Суттєвими проблемами при цьому є інтерференція радіохвиль і обмежена енергія акумуляторів. Загальним підходом до вирішення цих проблем є керування енергетичною потужністю передаючих пристроїв мобільних вузлів, яка визначає дальність їх передачі таким чином, щоб зменшити енергоспоживання і рівень інтерференції. Оскільки змінювана дальність передачі вузлів мережі призводить до зміни її топології, даний підхід названо керуванням топологією мобільної мережі, яке має за задачу забезпечення зв’язності мережі при мінімізації енергетичних витрат кожного вузла v_i окремо та мережі в цілому.

Задача маршрутизації полягає у знаходженні «найдешевшого» маршруту від вузла v_i до вузла v_j. Часті реконфігурації мобільної мережі визначають актуальність рішення задачі ремаршрутизації. У зв’язку з цим виникає необхідність розробки нових та удосконалення відомих методів маршрутизації, що під час адаптації до змін топології мережі забезпечать надійну та швидку розсилку пакетів до вузлів-отримувачів. Таким чином, дослідження, удосконалення та розробка методів маршрутизації, що підвищують ефективність передачі даних є актуальною задачею і має теоретичну та практичну цінність.

Мета роботи та постановка задачі

Метою роботи є теоретичні дослідження існуючих підходів до створення ефективних протоколів маршрутизації СММ та їх покращення шляхом використання інформації про конфігурацію топології мережі при різних рівнях потужності передачі її вузлів, що використовується для побудови альтернативних таблиць маршрутизації.

Задачами роботи є: аналіз відомих методів маршрутизації та їх адаптивна здатність щодо змін в конфігурації мережі та розробка удосконаленого методу маршрутизації, з метою підвищення надійності та швидкості реагування на реконфігурацію мереж в умовах високої рухливості їх вузлів.

Аналіз існуючих рішень

На сучасному етапі розвитку ситуативних мобільних мереж розв'язанню проблеми маршрутизації та побудови топології присвячується велика кількість наукових досліджень. Більшість пропонованих підходів базуються на алгоритмах штучного інтелекту. Зокрема, значну популярність отримали алгоритми маршрутизації ситуативних мереж на основі „мурашкового” алгоритму оптимізації [1,2]. Задачі „мурашкової маршрутизації” у ситуативних мобільних мережах, розглядаються, наприклад, у [3]. Огляд алгоритмів керування топологією наведено у [4].

В умовах високої динамічності вузлів СММ виявляється принципово неможливим використання будь-якого централізованого алгоритму керування, оскільки час розповсюдження мережею глобальної інформації виявляється більшим за час реконфігурації її топології. Необхідність високого ступеня децентралізації вимагає побудови алгоритмів керування мережею на основі мультиагентній [5,6], яка добре узгоджується з метаевристикою мурашкової оптимізації.

Нові можливості в маршрутизації високо динамічних СММ можуть бути отримані за рахунок сумісного розв’язку задач керування топологією і маршрутизації на основі мурашкової оптимізації.

У мурашкових алгоритмах вирішення задачі маршрутизації здійснюється з використанням таблиці маршрутизації T_k (рис.1), організованої як алгоритм вектору відстаней, але з імовірнісними значеннями. T_k визначає імовірнісну політику маршрутизації, поточно адаптовану до вузла v_k. Для кожного можливого вузла призначення v_d і кожного сусіднього вузла v_n, T_k зберігаю імовірнісне значення P_{nd}, що відображає бажаність

вибору при поточній політиці маршрутизації v_n як наступного транзитного вузла для прямування до вузла призначення v_d.

Вузли призначення

Сусідні вузли	v_1	v_2		v_m
v_1	p_{11}	p_{12}	…	p_{1m}
v_2	p_{21}	p_{22}	…	p_{2m}
…	…	…	…	….
v_N	p_{N1}	p_{N2}	…	p_{Nm}

Рис.1. Таблиця маршрутизації

Зауважимо, що „мурашкова” система керування топологією виконує задачу періодичного визначення всіх сусідів кожного вузла СММ (вузлів, досяжних у межах діапазону передачі вузла-передавача) на всіх можливих у ньому рівнях потужності передачі.

Розв'язання проблеми

Окремі відомі алгоритми маршрутизації СММ забезпечують достатньо високі показники ефективності СММ для різних умов функціонування. Але найбільш складною проблемою залишається функціонування СММ в умовах високої рухливості її вузлів, що має місце, наприклад, під час бойових дій або стихійних лих. При уьому виникають ситуації, де втрата пакетів є неприпустимою, а час передачі є критично важливим. За умов зникнення з мережі одного з вузлів v_k на маршруті v_j v_l, виникає необхідність розсилки агентів дослідників для побудови нового оптимального маршруту, що вимагає відносно багато часу, особливо, коли вузли можуть зникати і з’являтися у мережі безпосередньо під час пошуку нового маршруту.

Зменшення часу пошуку нового маршруту пропонується досягти за рахунок використання „трьохвимірних” таблиць маршрутизації, які будуються на основі даних алгоритму керування топології. При цьому кожен вузол мережі містить рейтингову таблицю, яка, на основі принципів „мурашкової оптимізації” підтримує, змінювані у часі значення рейтингів для кожного з сусідніх вузлів на кожному рівні потужності [7]. Отже „третім вимірюванням” тут є рівень потужності передачі вузла. Таким чином, „трьохвимірна” таблиця маршрутизації складається з множини альтернативних таблиць локальної маршрутизації, побудованих для кожного можливого рівня потужності передавача вузла (рис.2).

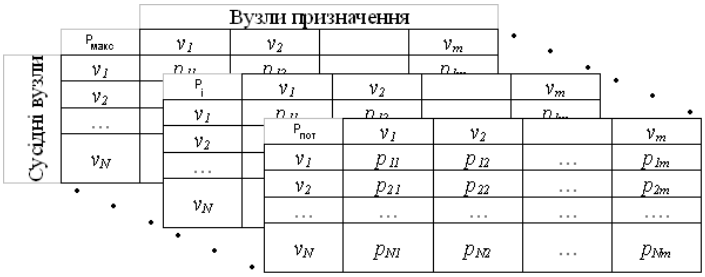

Рис.2. Альтернативні таблиці маршрутизації

Якщо для вузла v_l на маршруті v_i - v_j виявляється недоступним деякий вузол v_k, який за таблицею маршрутизації вузла v_l є оптимальним для передачі пакету до вузла v_j, то значення потужності вузла v_l збільшується до до тих рівнів потужностей P_m^i, на яких забезпечується швидка відбудова маршрутів (можливо не оптимальних) на тій ділянці простору, з якого зник вузол v_k. Для передачі пакетів до вузла v_j вузол v_l тепер використовує альтернативні локальні таблиці маршрутизації T_m, які відповідають обраним рівням потужності P_m^i. Такі маршрути є тимчасовими і використовуються лише паралельно зі „стандартним” пошуком нового оптимального маршруту, після чого відкидаються. Після знаходження нового оптимального шляху протокол маршрутизації повертається до використання звичайному алгоритму.

Помітним недоліком використання альтернативних таблиць маршрутизації є необхідність збільшення обсягів пам’яті в кожному вузлі на їх зберігання, та витрати додаткового часу на їх обробки. Але зберігання локальних таблиць не значно завантажує вузол, а алгоритми обробки є достатньо простими та швидкими. Крім того слід зауважити, що ці алгоритми „швидкої допомоги” включаться лише за викликом, при фіксації системою маршрутизації підвищеної рухливості мобільних вузлів.

Висновки

У роботі наведене обґрунтування задачі підвищення ефективності функціонування ситуативних мобільних комп’ютерних мереж, за рахунок оптимізації процедури формування маршрутної інформації.

Використання альтернативних таблиць маршрутизації дозволяє збільшити швидкість передачі пакетів при високій рухливості вузлів на 15 -20%, що є дуже важливим у надзвичайних ситуаціях.

Література:

[1] P.Arabashi, A.Grey, I.Kassabalidis, S.Narayanan, M.El-Sharkawi, R.J. Marks. Adaptive Routing in Wireless Communication Networks using Swarm Intelligence // 9th AIAA Int. CommunicationsSatellite Systems Conf.- 17-20 April 2001. – PP. 243-248.

[2] G. DiCaro, M. Dorigo. AntNet: distributed stigmergic control for communications neyworks // Journal of Artificial Intelligence Research, vol. 9. – 1998. – PP. 317-365.

[3] Bonabeau, E., Dorigo M.,. Theraulaz G. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems – Oxford University Press, 1999. – P. 62–86.

[4] Dorigo, M., Stuetzle T. The ant colony optimization metaheuristic: Algorithms, applications and advances. - Technical Report IRIDIA/2000-32. - Belgium: Université Libre de Bruxelles. – 2000.

[5] Лисак Н.В. Мультиагентный подход на основе муравьиного алгоритма для управления потоками данных в компьютерных сетях // Вестник Херсонского национального технического университета №1(24), 2006.-Херсон.-С.289-295.

[6] Лисак Н.В., Месюра В.І. Математична модель інтелектуального агента для маршрутизації ситуативних мобільних мереж // Прогресивні інформаційні технології в науці і освіті. Збірник наукових праць / Кол. авт. / - Вінниця: ВСЕІ університету „Україна”, 2007. – С.226-231

[7] Лысак Н.В., Месюра В.И. Управление топологией ситуативных мобильных компьютерных сетей на основе муравьиной оптимизации // Современные информационные системы. Проблемы и тенденции развития: II Междунар. научн. конференция. Харьков-Туапсе, 2–5 окт. 2007 г. – С.71–72.