МАРШРУТИЗАЦІЯ В СИТУАТИВНИХ МОБІЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ В УМОВАХ ВИСОКОЇ РУХЛИВОСТІ ВУЗЛІВ МЕРЕЖІ

Наталія Лисак[1], Володимир Месюра[2], Вікторія Ференець[3]

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна, тел.:(0432) 59-82-93,
E-Mail: natasha.lysak@gmail.com[1], volodymyr.mesyura@gmail.com[2], FricTori@yandex.ru[3]

Abstract

The report considers to the task of functioning efficiency increase and scaling of situation mobile computer networks (SMN) in conditions of high dynamic of their nodes by realization of self-organization network mechanism on the basis of the use of information multiagent technology. There had been analyzed the self-organization principles of the natural agent systems. There had been developed the models of intelligent routing agent and decentralized routing based on agents process in SMN.

З широким розповсюдженням переносних комп'ютерів виникла вимога створення на їх основі мобільних комп'ютерних мереж, здатних розгортатися без будь-якого попереднього конфігурування, наперед створеної інфраструктури або централізованого адміністрування. Такі мережі отримали назву ad hoc, тобто ситуативних мобільних мереж (СММ). Про актуальність їх розробки свідчить створення спеціальної дослідницької групи IETF та видання в 1999 р. спеціального стандарту Інтернет RFC2501, де СММ визначаються як автономні системи, що складаються з рухливих вузлів, кожен з яких може діяти як маршрутизатор і здійснювати передачі пакетів за принципом „точка-точка", не потребуючі будь-якої загальної точки доступу. Головними замовниками досліджень і споживачами СММ виступають військові, оскільки ціни на обладнання для бездротових мобільних мереж поки що надто високі для масового ринку.

Довільне пересування вузлів СММ робить надзвичайно складною задачу маршрутизації пакетів, оскільки оптимальний у дану мить маршрут може взагалі зникнути вже наступної миті. Крім того, алгоритми і механізми, що реалізують мережні функції, повинні оптимізуватися з точки зору енергоспоживання, у зв'язку з малою ємністю акумуляторних батарей рухливих вузлів. Для зменшення енергоспоживання і області інтерференції сигналів, СММ використовують транзитні передачі, що ще більше ускладнює маршрутизацію.

Проблема маршрутизації в умовах рухливості вузлів може бути вирішена лише відмовою від використання для прийнятті рішень маршрутизації будь-якої глобальної інформації, розповсюдження якої перевантажує систему і може не встигати за швидкими змінами топології мережі. Вимогу децентралізації управління можна задовольнити використанням мультиагентної технології, що потребує створення спеціальних агентів маршрутизації, які при простій структурі та функціональності, могли би у процесі своєї взаємодії емерджентно породжувати здатність системи до самоуправління та її адаптивність до динамічно змінюваного середовища.

Теоретичний аналіз та комп'ютерне моделювання сучасних протоколів маршрутизації СММ показав їх погану придатність до функціонування в умовах високої рухливості вузлів. Проактивні протоколи утримують інформацію маршрутизації в кожному вузлі мережі, передаючі інформацію про будь-які зміни її топології усім вузлам, що при частих змінах топології перевантажує мережу передаванням надто великих масивів інформації. Реактивні протоколи здійснюють пошук маршруту безпосередньо перед початком передачі, зберігаючи значно менше маршрутної інформації в кожному вузлі. Але вони мають значну затримку на пошук нового маршруту і при частих змінах топології перевантажують мережу генерацією надто великої кількості широкомовних повідомлень пошуку. Гібридні протоколи намагаються забезпечити оптимальне сполучення реактивних та проактивних властивостей, що поки не дає помітних результатів в умовах високої рухливості вузлів СММ. Це зумовлюється швидким старінням інформації маршрутизації, яка в умовах високої рухливості вузлів не встигає оновлюватися, внаслідок чого пакети даних передаються неіснуючими шляхами.

Отримані результати довели, що в умовах високої рухливості вузлів маршрутизацію СММ можна забезпечити лише на основі децентралізованої, здатної до самоорганізації технології.

Проведений аналіз досліджень принципів самоорганізації природних мультиагентних систем показав, що її основними механізмами є: стігмергія, додатній та від'ємний зворотні зв'язки та баланс між виконавчими та дослідницькими діями.

Для забезпечення реалізації цих механізмів було запропоновано модель агента маршрутизації, внутрішній стан якого подається чотирма основними компонентами: множиною його сусідів-агентів, що знаходяться у радіусі бездротового передавання; моделлю локального оточення (оцінка часу передавання

пакета локальними зв'язками, розмір черги пакетів і т. ін.); частковими знаннями від сусідніх агентів (вирахувана ними вартість маршрутів до місць призначення) та локалізованими властивостями системи (оцінка кращого наступного переходу до місця призначення). Це забезпечило агенту можливість будувати як модель його локального оточення, так і вираховувати локальні властивості системи на основі отримання часткових знань про середовище від сусідніх агентів. Для забезпечення можливостей агентам співпрацювати та координувати свої дії для пристосування та поліпшення колективної поведінки маршрутизації в динамічному середовищі, було розроблено модель мультиагентної децентралізованої маршрутизації в СММ, яка забезпечує можливість адаптації системи маршрутизації з точки зору покращення її бажаних властивостей у поточному середовищі. Для цього визначено функцію корисності системи, що вимірює якість системної властивості для окремого стану системи і системного середовища. Консенсус агентів відносно стану системи і середовища, визначено як різницю між їх внутрішніми станами. Оскільки строгий консенсус вимагає синхронного отримання всіма агентами глобальних знань системи, в нашому випадку агенти намагаються досягти лише локалізованих форм слабкого консенсусу в межах невеликих груп.

Модель поведінки агента, що намагається покращити корисність системи в наданому середовищі, визначено трьома функціями:

$$\Pi = \{q, c, x\},$$

де q – функція оцінювання корисності можливих у поточному стані дій;
c – функція вибору конкретної дії;
x – виконання відібраної дії.

Вибір дії здійснюється на основі значення оціночної функції з точки зору корисності системи. Часткове уявлення системи агентами обумовлює неточність оцінок корисності, що примушує їх постійно здійснювати вибір між виконанням дії маршрутизації та дослідженням нових станів, який виконується на основі імовірнісної моделі вибору виду дії. Оновлення внутрішнього стану агента здійснюється на основі отриманих повідомлень зворотного зв'язку від сусідніх агентів та власного локального оточення, що надає можливість групам агентів досягти деякої форми консенсусу відносно їх стану та стану їх середовища. Додатній та від'ємний зворотній зв'язок, відповідно, підсилюють або послаблюють вибір дій агентами (рис.1).

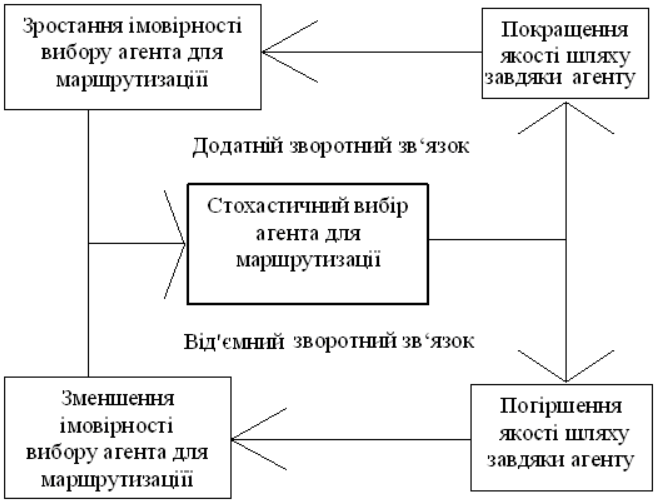

Рис.1. Зворотні зв'язки у системах маршрутизації

Обмеження величин відхилення часткових уявлень агентів від фактичного стану системного середовища забезпечує функція послаблення, яка застосовується кожним агентом до свого часткового уявлення. При цьому підтримка стійких станів агентів вимагає постійного потоку повідомлень зворотного зв'язку від середовища і інших агентів. За відсутності трафіку маршрутизації, рейтинг маршруту поступово зменшується і маршрут вилучається з таблиці маршрутизації.

Запропоновані моделі інтелектуального агента та мультиагентної децентралізованої маршрутизації забезпечують можливість реалізації властивостей та механізмів самоорганізації СММ.

Результати комп'ютерного моделювання запропонованого підходу підтвердили його перевагу в умовах змінної густини та рухливості вузлів СММ.

Література:

[1] Лисак Н.В. Модель адаптивної маршрутизаціі мобільних комп'ютерних мереж з довільною структурою в умовах динамічних змін топології мережі // Оптико–електронні інформаційно–енергетичні технології. –2007. –Т.14, №2. – С.272–276.
[2] Лисак Н.В. Розробка і дослідження алгоритму маршрутизації мобільних комп'ютерних мереж з довільною структурою на основі інтелектуальних агентів // Прогресивні інформаційні технології в науці і освіті: Міжнар. наук. конференція. Вінниця, 10–14 жовт. 2007 р. – С.236–240.
[3] Лисак Н.В., Месюра В.І. Математична модель інтелектуального агента для маршрутизації ситуативних мобільних мереж // Прогресивні інформаційні технології в науці і освіті: Міжнар. наук. конференція. Вінниця, 10–14 жовт. 2007 р. – С. 226–231.
[4] Лисак Н.В., Ференець В.Д. Адаптивна маршрутизація в мобільних комп'ютерних мережах на основі інтелектуальних агентів // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2007. – Т.27, №4. – С. 401–404.
[5] Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
[6] Cisco Systems. Руководство по технологиям объединенных сетей / Пер с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 1040 с.
[7] Семенов Ю.А. Протоколы Интернет – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 1100 с.
[8] Столлингс В. Современные компьютерные сети– Питер.: СПб, 2003. – 783 с.
[9] Таненбаум Э. Компьютерные сети. изд. – Питер.: СПб, 2006. – 992 с.
[10] Шиллер Й. Мобильные коммуникации / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 384 с.
[11] Bonabeau, E., Dorigo M.,. Theraulaz G. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems – Oxford University Press, 1999. – P. 62–86.
[12] Raju J, Garcia–Luna–Aceves JJ. A comparison of on demand and table driven routing for ad hoc wireless networks// Communications: IEEE International Conference – 2000. P. 1702–1706.
[13] RFC2501– Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://portal.acm.org/citation.cfm?id=RFC2501– Заголовок з екрану.
[14] Sycara K. Multiagent systems. – AI Mag. – vol.10, 1998. – P.79–93.
[15] Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. – Wiley, Chichester, England. – 2002.