

В.В. Гнатушенко, Н.О. Швець

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАФІКА ПРИ БАГАТОАДРЕСНІЙ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Анотація. Створено імітаційну модель *multicast* мережі з маршрутизацією на основі протоколів PIM (Demo Mode та Sparse Mode). Проаналізовано ефективність використання протоколів для передачі мультимедійного трафіку при різноманітних значеннях навантаження, топології, кількості користувачів мережі.

Ключові слова: протокол, маршрутизація, *multicast*, PIM DM, PIM SM.

Постановка проблеми

В даний час широко поширені системи потокової передачі інформації через глобальну мережу, основним завданням яких є передача різних типів даних одночасно деякій розподіленій групі користувачів. Спочатку архітектура Інтернету побудована за схемою «один до одного» і для організації потокової передачі великій кількості користувачів необхідні значні обчислювальні ресурси. Це завдання може бути вирішене при використанні IP multicasting: раціональне використання існуючих ресурсів каналів передачі. Перевагою IP multicasting технології - скорочення транспортних витрат при трансляції даних великому числу хостів і уникнення перевантаження каналів передачі за рахунок більш складних механізмів маршрутизації на мережевому рівні [1]. У зв'язку з цим важливим завданням є визначення протоколу, що використовується в таких системах і дослідження властивостей трафіку.

Аналіз останніх досліджень

У технологіях мультикастинга в телекомунікаційних мережах проведено багато досліджень по створенню нових додатків [2] та Інтернет послуг [3], розгляду алгоритмів ефективного використання обчислювальних ресурсів [4, 5]. У практичній реалізації технології ба-

гатоадресної розсилки беруться до уваги не тільки ефективність створення багатоадресних дерев, але й інші характеристики QoS [6-8].

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Мета роботи полягає в розробці імітаційної моделі multicast мережі при використанні протоколів багатоадресної маршрутизації PIM та дослідженні її властивостей при передачі мультимедійного трафіку (відправлений трафік, отриманий трафік, затримка від вузла до вузла і по всій мережі, загублені пакети, кількість ретрансляцій пакетів) в порівнянні зі стандартами.

Основна частина

Для передачі необхідних даних всій групі розподілених користувачів одночасно використовуються спеціальні дейтаграми. У такій системі IP адреса вказує не на один пристрій, а на цілу групу пристроїв і, отже, для передачі даних всім абонентам використовується єдиний потік з сервера. Це призвело до розробки нового класу маршрутних транспортних протоколів (групової адресації поверх IP): IGMP (Internet Group Management Protocol), MBGP (Multicast Border Gateway Protocol), PIM (Protocol Independent Multicast), MOSPF (Multicast Open Shortest Path First).

Надійність і відмовостійкість системи за такої організації передачі інформації забезпечується якісними параметрами ліній зв'язку, маршрутизаторів та іншого мережевого обладнання.

Протокол PIM покликаний вирішити проблеми маршрутизації для довільного числа і розташування членів групи і для довільного числа відправників інформації. Головною перевагою даного протоколу є ефективна підтримка роботи "розсіяних" мультикастинг-груп. Такі групи можуть включати не лише членів з різних автономних систем, а й тих, які знаходяться на різних континентах. PIM базується на традиційних маршрутних протоколах, конкретно не пов'язаний ні з яким з них, він використовує сформовані цими протоколами маршрутні таблиці. Існує два режими роботи протоколу - DM (для компактних груп) і SM (Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM)) (для розсіяних груп). У режимі DM протокол PIM будує дерево маршрутів, у режимі SM маршрутизатори, які мають членів мультикастинг-групи, посилають повідомлення про приєднання до дерева розсилки у вузли, які називаються точками зустрічі (RP). Відправники використовують RP для оголошення про своє існування, а одержувачі, щоб дізнатися

про нові відправниках. В якості RP може використовуватися маршрутизатор, який підтримує протокол PIM. Коли якийсь клієнт хоче підключитися до певної групи, найближчий до нього маршрутизатор посилає спеціальне повідомлення про включення до групи (PIM-joint) вузлу, оголошеному для даної групи точкою зустрічі (RP). Число RP в мережі може бути довільним. Вузол RP пересилає повідомлення про включення вузлу-відправнику (або відправникам). Якщо маршрутизатор не має інформації про RP, включається схема, що працює для компактних груп. При обробці повідомлення про включення до групи проміжні маршрутизатори формують частину дерева мультикастинг-маршрутів між RP і одержувачем. При відправці мультикастинг-пакета відповідний маршрутизатор посилає вузлу RP реєстраційне повідомлення (PIM-register), куди вкладається інформаційний пакет. Якщо використовується декілька RP, відправник повинен посилати пакети всім RP. Одержувач же повинен бути підключений лише до одного з RP. У разі, коли повідомлення про включення досягне відправника раніше, ніж RP, підключення здійснюється, минаючи RP. Якщо необхідно оптимізувати дерево доставки пакетів, маршрутизатори-одержувачі повинні послати повідомлення про включення самому відправнику. Після цього дерево з'єднань видозмінюється, деяким вузлам, якщо потрібно, надсилається повідомлення про відключення.

Протокол PIM-DM:

1) Протокол PIM-DM використовує механізм лавинної розсилки та відсікання (flood and prune) для побудови дерев багатоадресної розсилки.

2) Цей механізм працює в середовищі, в якому члени групи щільно розподілені по всіх мережах.

3) Якщо члени групи розкидані по різних мережах, метод лавинної маршрутизації (flooding) використовуватиме більшу частину смуги пропускання, що може призвести до зниження продуктивності. В такому разі використовують протокол PIM-SM.

Протокол PIM-SM:

1) PIM - Sparse Mode (PIM-SM) був розроблений як протокол маршрутизації під LGPL, який забезпечує ефективну взаємодію між членами розподілених груп.

2) Щоб виключити можливі проблеми з масштабуванням, PIM-SM дозволяє обмежувати багатоадресний трафік таким чином, що

тільки ті маршрутизатори, які зацікавлені в отриманні трафіку для певної групи будуть «бачити» його.

3) «Точки зустрічі» (Rendezvous Points, RP) - це коріння загальних дерев багатоадресної розсилки, які використовуються для передачі даних від джерел до одержувачів.

4) При підключенні до групи кожен приймач використовує IGMP для повідомлення про це безпосередньо підключеного маршрутизатора, який посилає PIM-повідомлення про приєднання до дерева багатоадресної розсилки в напрямку точки зустрічі.

5) Джерела реєструються в точці зустрічі з метою сповіщення про свою присутність в мережі і передачі інформації членам групи.

Створено імітаційну модель телекомунікаційної мережі передачі мультимедійного трафіку з використанням технологій багатоадресної передачі даних на базі протоколів PIM DM та PIM SM у середовищі OPNET [2, 5].

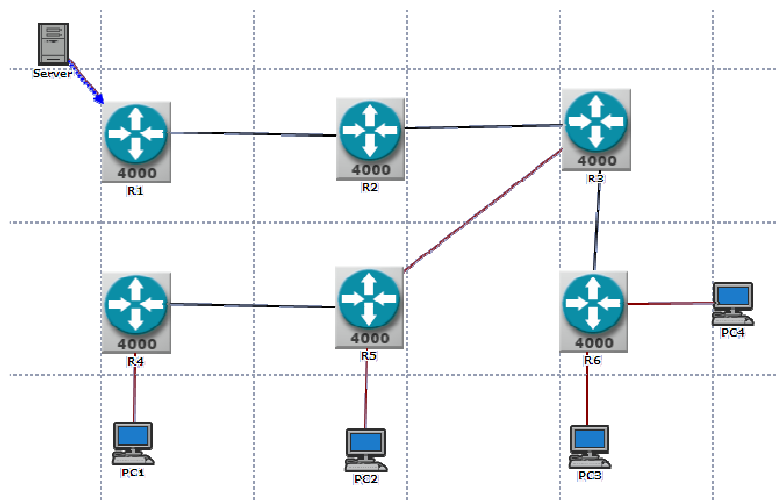


Рисунок 1 - Модель мережі багатоадресної передачі даних

Спостерігається істотна відмінність між протоколами при дослідженні кількості повідомлень, якими обмінюються в ході початкового етапу, тобто протягом перших 50 секунд багатоадресної передачі: різкий сплеск та спад у PIM DM та повільне збільшення у PIM SM. Це викликано різними підходами, які використовуються для реалізації моделі передачі ASM. У разі PIM DM маршрутизатор, дізнавшись про нове джерело, просто отримує дані з цього джерела на етапі флудинга. Це означає, що на цьому етапі вся мережа насичується багатоадресною передачею даних. PIM SM використовує зовсім іншу техніку: нове

джерело просто передає дані в точку RP, яка, в свою чергу, ретранслює прийняті пакети через дерева мультивіщання до приймачів.

Представлені результати загальної кількості пакетів, якими обмінюються в мережі, для обох протоколів в стабільній фазі, тобто після того, як були сформовані остаточні дерева розподілу. При низькому завантаженні мережі (тобто, розрідженій мережі) SM є більш чутливим та найбільш ефективним протоколом.

Моделювання та дослідження керуючих повідомлень, які пов'язані з трансмісією груп (виключаючи повідомлення Hello), показали лінійно зростаючу залежність при використанні PIM DM і майже постійне значення при PIM SM. Маршрутизація PIM DM не зберігає інформацію про конкретну багатоадресну передачу, інакше це могло б привести до витрат пам'яті маршрутизатора. Джерело передає дані маршрутизатору, з яким безпосередньо пов'язано, він у свою чергу поширює повідомлення по всій мережі. У разі PIM SM маршрутизатори, які належать до дерева передачі, зберігають у протоколі тільки номер керуючого повідомлення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Проведені дослідження ефективності обслуговування трафіку при багатоадресній передачі даних в телекомунікаційних мережах з використанням протоколів PIM SM та PIM DM показали результати, які є залежними від структури, навантаження, алгоритмів передачі, кількості користувачів та інших параметрів.

Протокол PIM DM використовує флудингове поширення значень про нове джерело передачі даних мультивіщання. Це призводить до збільшення використання мережевих ресурсів. PIM SM використовує Rendezvous Point, дані про багатоадресну передачу передаються тільки зацікавленим одержувачам. З іншого боку, всі маршрутизатори в мережі повинні мати узгоджену інформацію про RP пункти і про приєднання груп до багатоадресної розсилки.

Обидва протоколу також відрізняються з точки зору їх масштабованості і алгоритмів для підтримки моделі передачі ASM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Plaksina O., Samouylov K. Approximating blocking probabilities for multiservice network link with unicast and multicast connections // Proc. Of the International IEEE Conference EUROCON 2009. – St.-Petersburg, Russia: 2009. – Pp. 1814–1817.
2. J. Gao, H. Tsao, Y. Wu, "Testing and Quality Assurance for Component-Based Software", Artech House, 2003.
3. T. Bartczak and P. Zwierzykowski, "IP Multicast technologia przyszłości", Network, June 2007, pp. 65-68.
4. M. Piechowiak and P. Zwierzykowski, "The influence of network topology on the efficiency of multicast heuristic algorithms", Proceedings of The 5-th International Symposium – Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, July 2006, pp. 115-119.
5. T. Bartczak and P. Zwierzykowski, "Validation of PIM DM implementation in the NS2 simulator", ISAT, pp. 117-127, 2007.
6. T. Bartczak, T. Szewczyk and P. Zwierzykowski, "Assuring quality of service for IP Multicast transmissions in ISP networks", PWT, December 2007.
7. A. Matrawy, W. Yi, I. Lambadaris, C. Lung "MPLS-based Multicast Shared Trees", Proceedings of the 4th Annual Communication Networks and Services Research Conference (CNSR'06) , 2006, pp. 227-234.
8. T. Szewczyk and P. Zwierzykowski, "Efficiency of IP multicast technology in ISP networks", ISAT, pp 81-89, 2007.