

ІЄРАРХІЧНА QOS-МАРШРУТИЗАЦІЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ РЕЗЕРВУВАННЯ РЕСУРСІВ

Лемешко О.В., Єременко О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Інфокомунікаційної інженерії, тел. (057) 702-13-20,

e-mail: oleksandr.lemeshko@nure.ua; oleksandra.yeremenko@nure.ua

An effective method of hierarchical QoS routing based on telecommunications network resource reservation has been proposed. The case of distributed source routing has been demonstrated when one of the border routers consistently solves two interrelated tasks: calculation of the required multipath and determination of the allocation order of link resource that have to be reserved to meet end-to-end QoS-requirements for the packet rate and the average packet delay. The proposed method provides iterative calculation of the desired control variables. It was found that the number of iterations depend on the network structure, amount of available network resources, the number of flows and their QoS-requirements.

Отримання узгоджених рішень щодо гарантованої якості обслуговування (Quality of Service, QoS) при реалізації багатошляхової маршрутизації від джерела є досить складною науковою та прикладною проблемою. В даний час для її вирішення в IP/MPLS-мережах використовуються різні технологічні засоби: функціонал протоколів маршрутизації, можливості протоколу резервування ресурсів (Resource ReSerVation Protocol, RSVP) та їх модифікації [1-3]. Як показав проведений аналіз, основним недоліком існуючих рішень в цій галузі є неузгодженість роботи приграничних маршрутизаторів як при розрахунку маршрутів, так і при резервуванні каналного ресурсу в мережі. Вихід із ситуації бачиться в переході до ієрархічних маршрутних рішень, запропонованих в роботах [4, 5], які необхідно адаптувати під технологічні особливості процесів забезпечення гарантованої якості обслуговування, заснованої на резервуванні каналного ресурсу. Отримувати таким чином рішення повинні орієнтувати на більш високі значення продуктивності та масштабованості телекомунікаційної мережі.

Існуючі рішення в області ієрархічної QoS-маршрутизації, як правило, стикаються з двома основними проблемами. Перша з них – це врахування гетерогенності мережі в ході декомпозиції внаслідок того, що ієрархічність припускає поділ розв'язуваної задачі на взаємопов'язані підзадачі. При цьому рішення щодо резервування ресурсів повинно бути

отримано в ході розв'язання окремих підзадач. Таким чином, виникає друга проблема, пов'язана з узгодженістю цих рішень між собою, які повинні задовольняти вимогам щодо резервування пропускної здатності, а також запобігання виникнення перевантаження каналів зв'язку.

На особливу увагу заслуговують рішення щодо ієрархічної маршрутизації, засновані на принципі цільової координації. Так, наприклад, в роботах [4, 5] було проведено аналіз збіжності координаційної процедури при реалізації багатошляхової ієрархічної маршрутизації. При цьому координація проводилася з метою запобігання перевантаження каналів зв'язку і втрат пакетів в мережі, а також запропонований відповідний дворівневий метод ієрархічної маршрутизації. Використання модифікованої метрики каналів зв'язку мережі, яка збільшується пропорційно віддаленості цих каналів (за кількістю вузлів) до відповідного вузла-відправника або одержувача, дозволяє знизити число координуючих ітерацій, що на практиці сприяє пропорційному зниженню обсягів циркулюючої в мережі службової інформації, пов'язаної з реалізацією ієрархічної маршрутизації, а також підвищенню оперативності управління мережею в цілому. У зв'язку з цим, актуальним є подальший розвиток цього підходу при використанні тензорних умов забезпечення якості обслуговування при спільному задоволенні вимог щодо якості обслуговування за такими показниками, як швидкість передачі та середня затримка пакетів [6-10].

У роботі пропонується метод ієрархічної QoS-маршрутизації на основі резервування мережних ресурсів, який відповідає випадку організації розподіленої маршрутизації від джерела, коли кожен з приграничних маршрутизаторів узгоджено вирішує два взаємопов'язаних мережних завдання: розрахунок маршрутів для передачі потоків, що передаються, та визначення порядку розподілу каналного ресурсу, що підлягає резервуванню, для виконання міжкінцевих QoS-вимог щодо швидкості передачі та середньої затримки пакетів. Для цього були введені умови, орієнтовані на реалізацію багатошляхової маршрутизації з резервуванням необхідного обсягу каналного ресурсу розрахованих шляхів. При цьому середні міжкінцеві затримки пакетів вздовж кожного з множини розрахованих шляхів були однакові та не перевищували допустимих значень. Забезпечення узгодженості маршрутних рішень, розподілено отримуваних на кожному з приграничних маршрутизаторів, ґрунтувалося на використанні принципу цільової координації. Встановлено, що метод забезпечував ітераційний розрахунок шуканих керуючих змінних, при цьому число таких ітерацій залежало від структури мережі, обсягу доступних мережних ресурсів, числа потоків та їх вимог до рівня якості обслуговування.

Література:

1. Barreiros, M., Lundqvist, P. QOS-Enabled Networks: Tools and Foundations [Text] / M. Barreiros, P. Lundqvist. – Wiley Series on Communications Networking & Distributed Systems, 2nd Edition, Wiley, 2016. – 254 p.
2. Szigeti, T. End-to-End QoS Network Design: Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks. 2nd edition [Text] / T. Szigeti, C. Hattingh, R. Barton, K. Briley. – Cisco Press, 2013. – 1040 p.
3. Routing Protocols Companion Guide. 1st Edition [Text] / Cisco Networking Academy, ed. – Cisco Press, 2014. – 792 p.
4. Lemeshko, A. Mathematical Model and Method of Routing with Resources Reservation in IP/IntServ Network [Text] / A. Lemeshko, A. M. Hailan, O. Yevsyeyeva // Proceedings of International Conference on Modern Problem of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2012), 2012. – P. 325-326.
5. Lemeshko, O. The increasing convergence of coordination procedure in the implementation of multipath hierarchical routing [Text] / O. Lemeshko, O. Nevzorova, A. Hailan // 2014 First International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PICS&T'2014), 2014. – P. 45-48.

6. Lemeshko, A. V. Research on Tensor Model of Multipath Routing in Telecommunication Network with Support of Service Quality by Greater Number of Indices [Text] / A. V. Lemeshko, O. Yu. Evseeva, S. V. Garkusha // Telecommunications and RadioEngineering. – 2014. – Vol. 73, Issue 15. – P. 1339–1360.

7. Lemeshko, O. V. Dynamics Analysis of Multipath QoS-Routing Tensor Model with Support of Different Flows Classes [Text] / O. V. Lemeshko, O. S. Yermenko // 2016 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST), 2016. – P. 225-230.

8. Seok, Y. Dynamic Constrained Multipath Routing for MPLS Networks [Text] / Y. Seok, Y. Lee, C. Kim, Y. Choi // IEEE International Conference on Computer Communications and Networks. – 2001. – №3. – P. 348 – 353.

9. Крон, Г. Тензорный анализ сетей. [Текст] / Г. Крон. – М.: Сов. радио, 1978. – 719 с.

10. Singh, M. G. Systems: Decomposition, Optimization and Control [Text] / M. G. Singh, A. Titli. – Pergamon, Oxford, 1978.