



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76563** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G06G 3/00

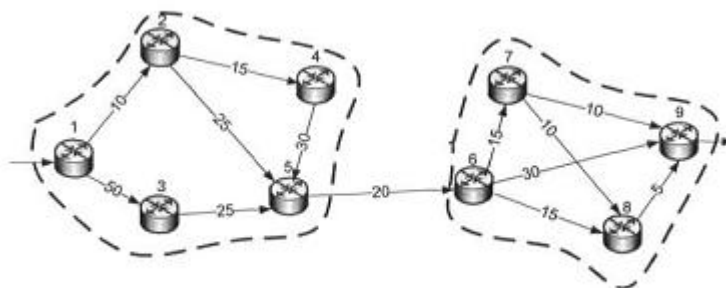
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 07118	(72) Винахідник(и): Лемешко Олександр Віталійович (UA), Євсєєва Оксана Юріївна (UA), Вавенко Тетяна Василівна (UA), Коваленко Тетяна Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.06.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2013, Бюл.№ 1	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)

(54) СПОСІБ БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ З НЕОДНОРІДНОЮ СТРУКТУРОЮ

(57) Реферат:

Спосіб балансування навантаження в телекомунікаційних мережах з неоднорідною структурою, що здійснює управління багатошляховою маршрутизацією та забезпечує ефективне балансування навантаження в рамках моделі маршрутизації з балансуванням навантаження для телекомунікаційних мереж з неоднорідною структурою. Розв'язання задачі управління трафіком здійснено шляхом використання підходу "за підмережами", в рамках якого задача управління трафіком в ході розв'язання задачі маршрутизації з балансуванням навантаження розв'язується окремо для кожної підмережі, на які умовно розбивається мережа з неоднорідною структурою таким чином, щоб зв'язність маршрутизаторів в підмережах була вища, ніж між підмережами.



Фіг. 1

UA 76563 U

Корисна модель належить до галузі електрозв'язку і є технологією управління трафіком, може знайти застосування на приграничних вузлах (маршрутизаторах і комутаторах третього рівня) транспортної телекомунікаційної мережі (ТКМ) при вирішенні задач маршрутизації для забезпечення збалансованої завантаженості каналів ТКМ з неоднорідною структурою.

Відомий спосіб управління трафіком в ТКМ (див. Wang Y., Wang Z. Explicit routing algorithms for Internet Traffic Engineering // Proc. of 8th International Conference on Computer Communications and Networks. Paris, 1999. - P. 582-588) полягає в тому, що на основі використання потокової багатопродуктової багатополіусної моделі ТКМ розв'язується задача маршрутизації з балансуванням навантаження у каналах зв'язку. В рамках даного способу управління трафіком в ході його маршрутизації покращується рівень балансування завантаження каналів зв'язку. Як відомо, чим вищий рівень балансування навантаження, тим кращі значення показників якості обслуговування, в тому числі середня затримка та рівень втрат пакетів. В рамках відомого способу відбувається розрахунок шляхових потоків таким чином, що їх значення приймають збалансований характер в ході розв'язання оптимізаційної задачі щодо мінімізації максимального завантаження каналів ТКМ.

Найкращі результати управління трафіком в рамках відомого способу досягаються для мереж з однорідною структурою, де зв'язність вузлів мережі приблизно однакова. При управлінні трафіком для мереж з неоднорідною структурою, на базі яких переважно і побудовані транспортні ТКМ, мінімізація максимального завантаження каналів зв'язку не завжди призводить до максимального підвищення якості обслуговування, що обумовлено присутністю в мережі "вузьких місць" - каналів з найменшою пропускною здатністю. Значення завантаженості каналу в "вузькому місці" приймає найбільше своє значення серед значень навантажень на інших частинах мережі, що, у свою чергу, перешкоджає мінімізації завантаженості інших каналів, приводячи до їх необґрунтованого зростання, тим самим погіршуючи якість обслуговування.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення є спосіб управління трафіком (див. патент US № 7.889.661 В2, МПК Н04L 12/28, публ. 29.05.2003), який забезпечує розв'язання задачі багатопрохідної маршрутизації з балансуванням навантаження в рамках моделі маршрутизації з балансуванням навантаження в каналах ТКМ.

В рамках способу-прототипу ТКМ описується за допомогою орієнтованого графа $G = (V, E)$, де V - це множина вузлів ТКМ, а E - множина каналів. Пропускна здатність каналу E_{ij} ТКМ, який з'єднує вузли V_i та V_j ($E_{ij} \in E$), позначена через c_{ij} . Кожному k -му трафіку з множини K ($k \in K$) відповідає ряд параметрів: d_k , s_k , t_k - інтенсивність k -го трафіку, вузол-джерело та вузол-отримувач відповідно. Керуючою змінною виступає величина x_{ij}^k , яка характеризує частку k -го трафіку, що проходить через канал $E_{ij} \in E$. У відповідності до фізики задачі, на змінні x_{ij}^k накладаються обмеження:

$$0 \leq x_{ij}^k \leq 1. \quad (1)$$

Щоб не допустити втрат на мережних вузлах та у мережі в цілому, забезпечується виконання умов збереження потоку:

$$\begin{cases} \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k - \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k = 0, k \in K, i \neq s_k, t_k \\ \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k - \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k = 1, k \in K, i = s_k \\ \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k - \sum_{E_{ij} \in E} x_{ij}^k = -1, k \in K, i = t_k \end{cases} \quad (2)$$

Крім цього, складовою моделі є умова забезпечення відсутності перевантаження у каналах зв'язку:

$$\sum_{k \in K} d_k x_{ij}^k \leq c_{ij} \alpha, E_{ij} \in E, \quad (3)$$

де α - динамічно керований поріг завантаження каналів ТКМ (максимальне завантаження), на який накладаються наступні обмеження:

$$0 \leq \alpha \leq 1. \quad (4)$$

В ході розв'язання задачі управління трафіком мінімізується максимальне завантаження каналів ТКМ α :

$$\alpha \rightarrow \min. \quad (5)$$

Недоліки способу-прототипу обумовлені його централізованим характером рішень при розв'язанні задач управління трафіком для мереж з неоднорідною структурою, що знижує якість балансування навантаження в окремих частинах ТКМ, а також погіршує числові значення показників якості обслуговування.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб маршрутизації в телекомунікаційній мережі, який в рамках балансування навантаження забезпечить підвищення якості обслуговування для мереж з неоднорідною структурою, в яких зв'язність вузлів ТКМ може суттєво різнитися.

Ця задача вирішена таким чином. У способі балансування навантаження в телекомунікаційних мережах з неоднорідною структурою, що здійснює управління багатопотоковою маршрутизацією та забезпечує ефективне балансування навантаження в рамках моделі маршрутизації з балансуванням навантаження для телекомунікаційних мереж з неоднорідною структурою, згідно з запропонованою корисною моделлю, розв'язання задачі управління трафіком здійснено шляхом використання підходу "за підмережами", в рамках якого задача управління трафіком в ході розв'язання задачі маршрутизації з балансуванням навантаження розв'язується окремо для кожної підмережі, на які умовно розбивається мережа з неоднорідною структурою таким чином, щоб зв'язність маршрутизаторів в підмережах була вища, ніж між підмережами.

З метою адаптації рішення для мереж з неоднорідною структурою запропоновано змінити підхід до розв'язання задачі маршрутизації, а саме: розв'язувати задачу маршрутизації не у рамках централізованого методу, як в способі-прототипі, а в рамках методу "за підмережами". При такому підході задача маршрутизації в рамках моделі (1)-(5) розв'язується окремо для кожної підмережі, на які можна розбити мережу. Такий підхід дозволяє отримати більш високу якість балансування навантаження в підмережах мережі, тим самим покращити числові значення основних показників якості обслуговування (середню затримку, джитер, рівень втрат пакетів).

Розв'язання задачі управління трафіком в рамках запропонованого способу "за підмережами" здійснюється наступним чином:

1. Телекомунікаційна мережа умовно розбивається на підмережі таким чином, щоб зв'язність вузлів в підмережах була вища, ніж між підмережами.

2. Для кожної підмережі окремо формалізується та розв'язується задача управління трафіком в рамках моделі (1)-(5) в ТКМ.

3. Оцінюється якість балансування в підмережах та в ТКМ в цілому.

На фіг. 1-5 показані результати порівняльного аналізу запропонованого методу зі способом-прототипом. Для прикладу була вибрана топологія ТКМ, представлена на фіг. 1, де трафік передавався від вузла-відправника 1 до вузла-одержувача 9. На структурі ТКМ позначені пропускні здатності каналів зв'язку (1/с). На фіг. 2 показано порівняння якості балансування для всієї мережі в рамках способу-прототипу та способу "за підмережами" в залежності від інтенсивності трафіку, що надходить до мережі (1/с). Для мережі в цілому якість балансування у способі "за підмережами" не підвищується, та в рамках кожної підмережі маємо суттєве покращення якості балансування (фіг. 3, 4). На фіг. 5 наведено порівняльні залежності середньої затримки пакетів від інтенсивності трафіку, що надходить в ТКМ. Для розрахунку середніх затримок пакетів канали зв'язку мережі моделювалися, як приклад, у вигляді системи масового обслуговування М/М/1.

Як показали результати досліджень, якість обслуговування в результаті управління трафіком в ході розв'язання задачі маршрутизації в рамках запропонованого методу "за підмережами" тим вище, чим вища неоднорідність мережі (чим зв'язність в підмережах вище зв'язності між підмережами). У наведеному прикладі (фіг. 5) середні затримки пакетів зменшувалися у середньому на 25-30 %.

Таким чином, запропонована корисна модель дозволяє отримати більш високу якість балансування навантаження в підмережах мережі, внаслідок чого значно покращаться числові значення основних показників якості обслуговування (середня затримка, джитер, рівень втрат пакетів).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб балансування навантаження в телекомунікаційних мережах з неоднорідною структурою, що здійснює управління багатошляховою маршрутизацією та забезпечує ефективне балансування навантаження в рамках моделі маршрутизації з балансуванням навантаження для телекомунікаційних мереж з неоднорідною структурою, який відрізняється тим, що розв'язання задачі управління трафіком здійснено шляхом використання підходу "за підмережами", в рамках якого задача управління трафіком в ході розв'язання задачі маршрутизації з балансуванням навантаження розв'язується окремо для кожної підмережі, на які умовно розбивається мережа з неоднорідною структурою таким чином, щоб зв'язність маршрутизаторів в підмережах була вища, ніж між підмережами.

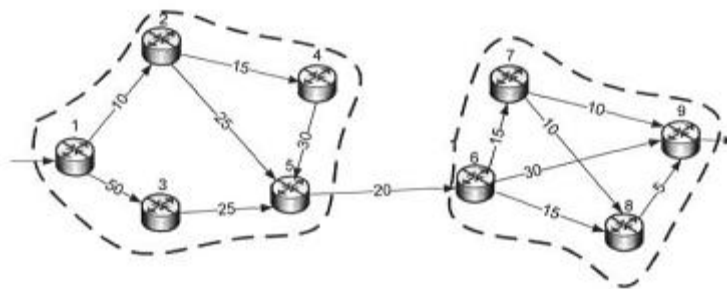


Fig. 1

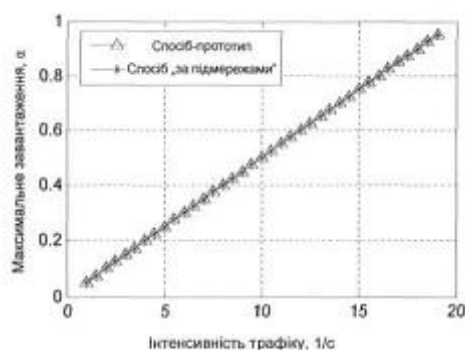


Fig. 2

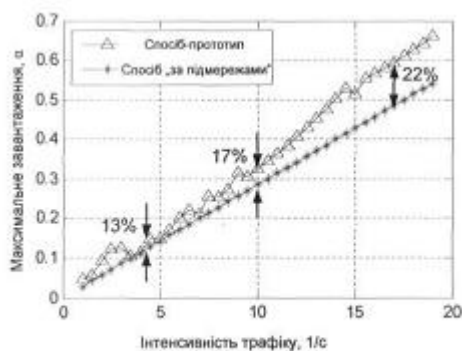


Fig. 3

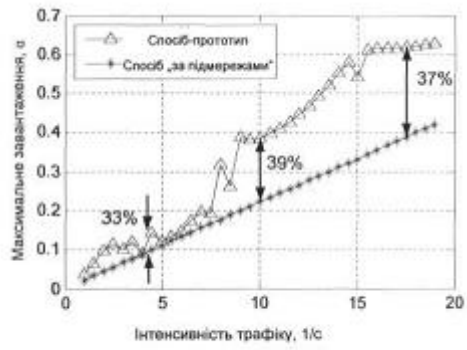


Fig. 4

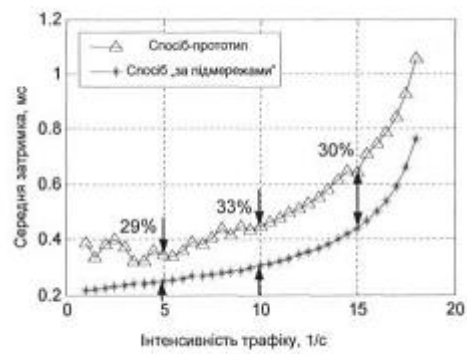


Fig. 5

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601