



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59306 (13) U  
(51) МПК  
H04L 12/56 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

# ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ НА ОСНОВІ ВІДНОСНИХ ПРІОРИТЕТІВ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ

1

2

(21) u201012581

(22) 25.10.2010

(24) 10.05.2011

(46) 10.05.2011, Бюл.№ 9, 2011 р.

(72) ЛЕМЕШКО ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ, ДОБРИШКІН ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ДРОБОТ ОЛЬГА АНАТОЛІЙВНА, ШАТРОВ ОЛЕКСІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, РИБ'ЯК АНАТОЛІЙ СТЕПАНОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Спосіб управління трафіком на основі відносних пріоритетів в телекомунікаційній мережі, який полягає в тому, що зміст таблиць маршрутизації на вузлах мережі формується шляхом розв'язання

оптимізаційної задачі щодо мінімізації лінійно-квадратичної цільової функції при виконанні умов збереження потоку та умов відсутності перевантаження, який **відрізняється** тим, що за рахунок використання лінійно-квадратичної цільової функції, змінні відмов ( $\alpha^k$ ) таблиць маршрутизації на вузлах мережі розраховуються на основі відносних пріоритетів, тобто у випадку перевантаження, відмови в обслуговуванні стосуються всіх трафіків користувачів, при цьому принаймні високопріоритетного, а в більшій - низькопріоритетного, пропорційно до значень вектора (с) та матриці (H) вагових коефіцієнтів.

Запропонована корисна модель відноситься до галузі електрозв'язку і може бути використана в маршрутизаторах телекомунікаційних мереж (ТКМ) для забезпечення більш справедливого обслуговування на основі відносних пріоритетів.

Відомий спосіб управління трафіком [1], який полягає в тому, що на основі використання поточної багатопродуктової багатополісної моделі ТКМ спільно розв'язуються задачі маршрутизації з попередньо обчисленою множиною доступних шляхів та обмеження інтенсивності трафіку, що надходить до мережі. Ґрунтуючись на інформації про доступні шляхи, відбувається спільний розрахунок шляхових потоків та інтенсивності відмов трафіку, який надходить до ТКМ в ході розв'язання оптимізаційної задачі щодо мінімізації цільової функції, яка характеризує умовну вартість управління трафіком.

Недоліком відомого способу є те, що управління трафіком в ході його маршрутизації здійснюється за попередньо обчисленими шляхами, тобто у відповідності до концепції «precomputation routing», що знижує загальність отриманих рішень та вимагає використання додаткових процедур обчислення шляхів.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип, є спосіб управління трафіком [2], який забезпечує узгодже-

ний характер рішень задач багатопляхової маршрутизації (БШМ) і превентивного обмеження інтенсивності трафіку на основі абсолютних пріоритетів.

Вектор шуканих параметрів представлений у формі:

$$X = \begin{bmatrix} x_{ij}^k \\ \alpha^k \end{bmatrix} (i, j) \in E, k \in K. (1)$$

З метою недопущення втрат пакетів на мережних вузлах в ході обчислення вектора X забезпечується виконання умови збереження потоку:

$$\begin{cases} \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = 0 \text{ при } k \in K, i \neq s_k, d_k; \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = r^k - \alpha^k \text{ при } k \in K, i = s_k; (2) \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = \alpha^k - r^k \text{ при } k \in K, i = d_k; \end{cases}$$

а також умов запобігання перевантаженню трактів передачі (ТП) мережі:

$$\sum_{k \in K} x_{ij}^k \leq \varphi_{ij}; (i, j) \in E. (3)$$

де величина  $x_{ij}^k \geq 0$  характеризує інтенсивність k-го трафіку (1/c), що протікає в тракті (i, j) ∈ E;

U  
(13)  
59306  
(11)  
UA  
(19)

$E$  - множина трактів передачі ТКМ;  
 $K$  - множина трафіків, що надходять до ТКМ відповідно до забезпечуваного мережею сервісу;  
 $r_k, s_k$  і  $d_k$  - інтенсивність  $k$ -го трафіку ( $1/c$ ), вузол-джерело й вузол-одержувач пакетів трафіку відповідно;  
 $\alpha^k$  - інтенсивність  $k$ -го трафіку ( $1/c$ ), що отримав відмову в обслуговуванні мережею;  
 $\varphi_{ij}$  - пропускна здатність ( $1/c$ ) тракту передачі  $(i,j) \in E$ .

На координати  $\alpha^k$  вектора  $X$  накладаються такі обмеження:

$$0 \leq \alpha^k \leq r^k \quad (4) \text{ або } \alpha^k \in \{0, r^k\}, \quad (5)$$

якщо допускається (4) або не допускається (5) часткове обмеження швидкості доступу в мережу. У ході розрахунку вектора (1) як критерій оптимальності використовується мінімум лінійної вартісної функції:

$$\min_x C^t X = \min_x \sum_{(ij) \in E} \left( \sum_{k \in K} c_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{k \in K} c^k \alpha^k \right), \quad (6)$$

в якій у правій частині перший доданок характеризує умовну сумарну вартість управління трафіком усередині мережі, другий доданок визначає умовну сумарну вартість відмов на етапі доступу до неї, а координати вектора  $C$ :

$$C = \begin{bmatrix} c_{ij}^k \\ - \\ c^k \end{bmatrix} \quad (i, j) \in E, \quad k \in K, \quad (7)$$

у свою чергу, визначають величину питомого штрафу за завантаженість ТП мережі ( $c_{ij}^k$ ) і за обмеження в обслуговуванні трафіків користувачів ( $c^k$ ).

Недоліком способу-прототипу є те, що він не забезпечує обслуговування трафіків користувачів на основі відносних пріоритетів [3]. Так, у випадку можливого перевантаження мережі превентивне обмеження стосується в першу чергу найменш пріоритетного трафіку - аж до повної відмови в доступі (Фіг.1, б). Трафік з більш високим пріоритетом обмеження не буде стосуватись доти, поки можна відмовити низькопріоритетному (Фіг.1, а).

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб управління трафіком на основі відносних пріоритетів в телекомунікаційній мережі, який шляхом узгодженого розв'язання задач БШМ та превентивного обмеження трафіку на приграничних маршрутизаторах, в умовах перевантаження забезпечить більш справедливе обслуговування на основі відносних пріоритетів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у ході розрахунку вектора шуканих параметрів (1) пропонується використовувати лінійно-квадратичну цільову функцію:

$$\min_x \left[ \frac{1}{2} X^t H X + C^t X \right], \quad (8)$$

яка також характеризує сумарні витрати на управління трафіком на етапі доступу і всередині мережі, при наявності тих же обмежень (2-3), (4) або (5). Координати діагональної матриці  $H$ :

$$H = \begin{bmatrix} \mu c_{12}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu c_{13}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu c_{ij}^k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu c^k \end{bmatrix}, \quad (9)$$

у свою чергу, визначають величину питомого штрафу за завантаженість ТП 1 за обмеження в обслуговуванні трафіку. Коефіцієнт  $\mu$  визначає на скільки більше вплив нелінійного доданка стосовно лінійного доданка у виразі (8).

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у тому, що за рахунок використання як критерію оптимальності мінімуму лінійно-квадратичної вартісної функції (8) в умовах перевантаження забезпечується більш справедливе обслуговування на основі відносних пріоритетів, тобто у випадку перевантаження, відмови в обслуговуванні стосуються всіх трафіків, при цьому в меншій мірі високопріоритетного, а в більшій - низькопріоритетного (Фіг.2).

На Фіг.1 зображений графік залежності частки відмов високопріоритетного ( $\alpha^1$ ) та низькопріоритетного ( $\alpha^2$ ) трафіків від їх інтенсивностей ( $r^1$ ;  $r^2$ )

для способу управління трафіком на основі абсолютних пріоритетів.

На Фіг.2 зображений графік залежності частки відмов трафіків різних пріоритетів від їх інтенсивностей для способу управління трафіком на основі відносних пріоритетів.

Сутність запропонованого способу управління трафіком на основі відносних пріоритетів в телекомунікаційній мережі полягає в тому, що зміст таблиць маршрутизації на вузлах мережі формується шляхом розв'язання оптимізаційної задачі щодо мінімізації лінійно-квадратичної цільової функції при виконанні умов збереження потоку (2) та умов відсутності перевантаження (3). За рахунок використання лінійно-квадратичної цільової функції, змінні відмов ( $\alpha^k$ ) таблиць маршрутизації на вузлах мережі розраховуються на основі відносних пріоритетів, тобто у випадку перевантаження, відмови в обслуговуванні стосуються всіх трафіків користувачів, при цьому в меншій мірі високопріоритетного, а в більшій - низькопріоритетного, пропорційно до значень вектору ( $c$ ) та матриці ( $H$ ) вагових коефіцієнтів.

Джерела інформації:

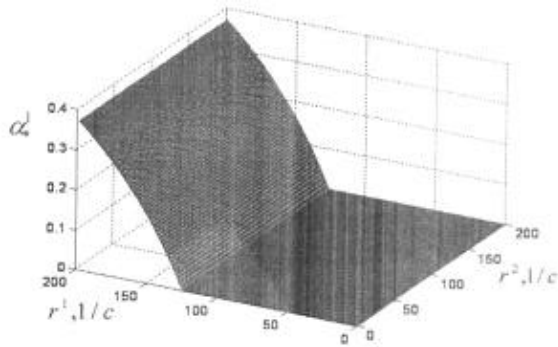
1. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. - М.: Мир, 1989. - С. 506-521.

2. Патент на корисну модель 47461 Україна, МПК H04L12/56. Спосіб управління трафіком в мультисервісній телекомунікаційній мережі / О.В. Лемешко, Ю.М. Добришкін, О.В. Симоненко, К.С. Васюта. - №u200905821; Заявл. 09.06.2009, Опубл. 10.02.2010. Бюл. №3. - 3 с.

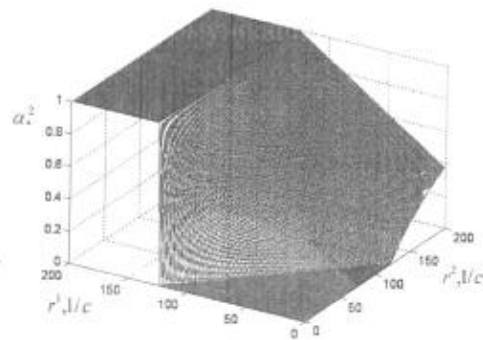
3. Добрышкин Ю.Н. Анализ модели адаптивного ограничения интенсивности трафика в мультисервисной сети с учетом приоритетов / Ю.Н. Добрышкин // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. - 2008. - №155. - С. 169-172.

4. Добрышкин Ю.Н. Модель управления трафиком с его превентивным ограничением на основе абсолютных и относительных приоритетов /

Ю.Н. Добрышкин // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. - 2009. - №156. - С. 13-19.

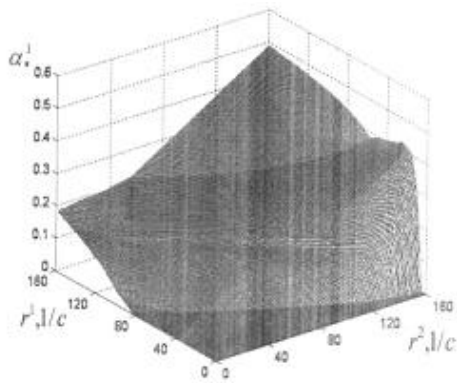


а) для високопріоритетного трафіка

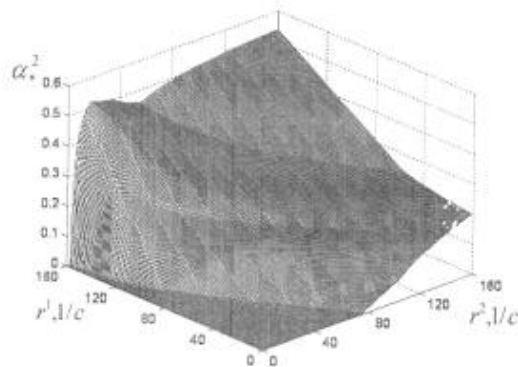


б) для низькопріоритетного трафіка

Фиг. 1



а) для високопріоритетного трафіка



б) для низькопріоритетного трафіка

Фиг. 2