



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62509 (13) U
(51) МПК
H04L 12/56 (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ З ПІДТРИМКОЮ ГАРАНТІЙ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ

1

2

(21) u201105254

(22) 26.04.2011

(24) 25.08.2011

(46) 25.08.2011, Бюл. № 16, 2011 р.

(72) ЛЕМЕШКО ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ, ДОБРИШКІН ВЛАДИСЛАВ ЮРІЙОВИЧ, АЛЕКСАНРОВ ОЛЕКСАНДР ВАЛЕРІЙОВИЧ, НАУМЕНКО МАРИНА ВОЛОДИМИРІВНА

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Спосіб управління трафіком з підтримкою гарантій якості обслуговування в телекомунікаційній мережі, який полягає в тому, що зміст таблиць маршрутизації на вузлах мережі формується як результат розв'язання оптимізаційної задачі щодо

мінімізації лінійно-квадратичної цільової функції при виконанні умов збереження потоку, умов відсутності перевантаження, який відрізняється тим, що за рахунок введення системи додаткових умов обмежень змінні відмов таблиць маршрутизації на вузлах мережі розраховуються при неможливості задоволення вимог за часовими показниками якості обслуговування і показниками надійності, а першочергове обмеження стосується трафіків, які ініціюють перевантаження з урахуванням пріоритетів відповідно до значень вагових коефіцієнтів, при цьому зі зростанням вимог до якості обслуговування забезпечується адаптивне зростання інтенсивності відмов.

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана в маршрутизаторах телекомунікаційних мереж (ТКМ) для забезпечення гарантій якості обслуговування (QoS) одночасно за часовими показниками та показниками надійності.

Відомий спосіб управління трафіком [1], який полягає в тому, що на основі використання поточної багатопродуктової багатополусної моделі ТКМ погоджено розв'язується задача маршрутизації з попередньо обчисленою множиною доступних шляхів та задача 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 узгоджений характер рішень задач багатопотокової маршрутизації (БШМ) і превентивного обмеження інтенсивності трафіку на основі відносних пріоритетів.

Вектор шуканих параметрів представлений у вигляді:

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

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

α^k - інтенсивність k-го трафіку (1/с), що отримав відмову в обслуговуванні мережею.

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

(13) U

(11) 62509

(19) UA

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

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

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

де 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/с), вузол-джерело й вузол-одержувач пакетів трафіку відповідно;

φ_{ij} - пропускна здатність (1/с) тракту передачі $(i, j) \in E$.

На координати α^k вектора X накладаються такі обмеження:

$$0 \leq \alpha^k \leq r^k, \quad (4)$$

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 лінійно-квадратичної вартісної функції:

$$\min_X \left[\frac{1}{2} X^t H X + C^t X \right], \quad (6)$$

яка характеризує сумарні витрати на управління трафіком на етапі доступу і всередині мережі. Структура діагональної матриці H та вектора C мають вигляд:

$$H = \begin{bmatrix} \mu c_{12}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu c_{13}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu c_{ij}^k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu c^k \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{ij}^k \\ \dots \\ c^k \end{bmatrix} (i, j) \in E, k \in K, \quad (8)$$

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

Коефіцієнт μ визначає на скільки більше вплив нелінійного доданка стосовно лінійного доданку у виразі (6).

Недоліком способу-прототипу є те, що він не забезпечує гарантій якості обслуговування одночасно за декількома показниками QoS [3]. Так, в рамках способу-прототипу при розв'язанні поставленої оптимізаційної задачі гарантії QoS надавалися лише за одним показником - середній швидкості передачі пакетів, а інші показники лише покращуються, без забезпечення необхідних гарантій щодо QoS.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб управління трафіком з підтримкою гарантій якості обслуговування в телекомунікаційній мережі, який шляхом введення та адаптації системи додаткових умов обмежень забезпечить узгоджений характер рішень задач багатошляхової маршрутизації і превентивного обмеження інтенсивності трафіка з підтримкою гарантій якості обслуговування одночасно за часовими показниками та показниками надійності.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомий спосіб-прототип [2] додатково вводиться система нелінійних умов-обмежень на якість обслуговування одночасно за декількома різнорідними показниками QoS:

1. Для часових та швидкісних показників:

$$r_{\text{вим}} - \alpha \leq \left(E_{\pi_1}^{(4,1)} - E_{\pi_1}^{(4,2)} \left[E_{\pi_1}^{(4,4)} \right]^{-1} E_{\pi_1}^{(4,3)} \right) \tau_{\text{вим}}, \quad (9)$$

при

$$\left\| \begin{matrix} E_{\pi_1}^{(1)} & | & E_{\pi_1}^{(2)} \\ \hline E_{\pi_1}^{(3)} & | & E_{\pi_1}^{(4)} \end{matrix} \right\| = E_{(\pi_1)}, \quad \left\| \begin{matrix} E_{\pi_1}^{(4,1)} & | & E_{\pi_1}^{(4,2)} \\ \hline E_{\pi_1}^{(4,3)} & | & E_{\pi_1}^{(4,4)} \end{matrix} \right\| = E_{(\pi_1)}^{(4)}.$$

2. Для швидкісних показників та показників надійності:

$$r_{\text{вим}} \leq \left(G_{\pi_1}^{(4,1)} - \left[G_{\pi_1}^{(4,2)} \right] \left[G_{\pi_1}^{(4,4)} \right]^{-1} \left[G_{\pi_1}^{(4,3)} \right] \right)^{-1} \times (r_{\text{вим}} - \alpha) \quad (10)$$

при

$$\left\| \begin{matrix} G_{\pi_1}^{(1)} & | & G_{\pi_1}^{(2)} \\ \hline G_{\pi_1}^{(3)} & | & G_{\pi_1}^{(4)} \end{matrix} \right\| = G_{(\pi_1)}, \quad \left\| \begin{matrix} G_{\pi_1}^{(4,1)} & | & G_{\pi_1}^{(4,2)} \\ \hline G_{\pi_1}^{(4,3)} & | & G_{\pi_1}^{(4,4)} \end{matrix} \right\| = G_{(\pi_1)}^{(4)},$$

де E_{π_1} й G_{π_1} - матриці розмірності $n \times n$, координати яких адаптовані під моделі обслуговування M/M/1, M/D/1, M/M/1/N, M/D/1/N та під модель обслуговування самоподібного трафіка;

$\tau_{\text{вим}}$ і $\rho_{\text{вим}}$ - вимоги щодо значень середньої затримки й імовірності доставки пакетів.

Дані умови (9), (10) адаптовані під узгоджене розв'язання задач багатошляхової маршрутизації і превентивного обмеження інтенсивності трафіка шляхом введення додаткових керуючих змінних (а), які характеризують інтенсивність трафіка, що отримав відмову в обслуговуванні мережею.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у забезпеченні узгодженого характеру рішень задач багатошляхової маршрутизації і превентивного обмеження інтенсивності трафіка з підтримкою гарантій якості обслуговування одночасно за часовими показниками та показниками надійності. При цьому зі зростанням вимог до якості обслуговування забезпечується адаптивне зростання інтенсивності відмов.

На фіг. 1 приведений графік залежності відмов в обслуговуванні від необхідної середньої затримки і інтенсивності трафіка, що надходить до мережі.

Сутність запропонованого способу управління трафіком з підтримкою гарантій якості обслуговування в телекомунікаційній мережі полягає в тому, що зміст таблиць маршрутизації на вузлах мережі формується як результат розв'язання оптимізаційної задачі щодо мінімізації лінійно - квадратичної цільової функції при виконанні умов збереження

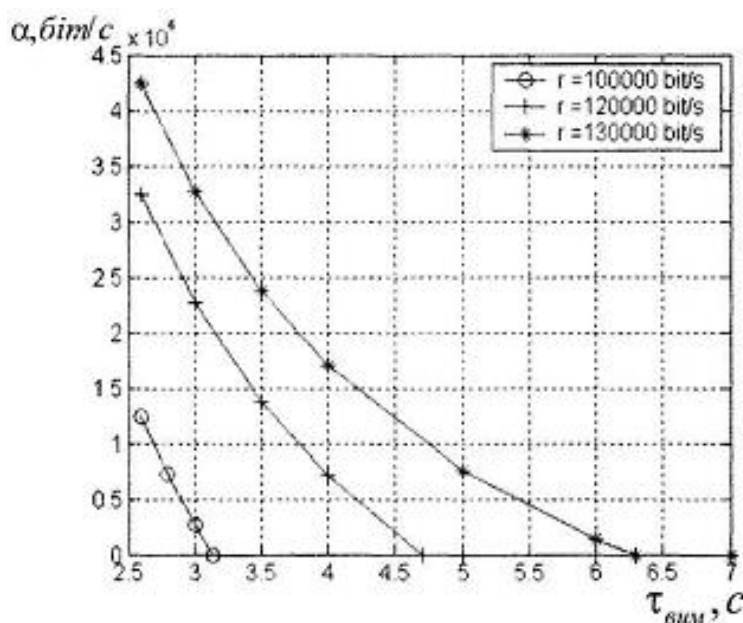
потоків (2), умов відсутності перевантаження (3) та системи додаткових умов - обмежень (9), (10). За рахунок системи додаткових умов - обмежень (9), (10), змінні відмов (α^k) таблиць маршрутизації на вузлах мережі розраховуються при неможливості задоволення вимог за часовими показниками якості обслуговування і показниками надійності, а першочергове обмеження стосується трафіків, які ініціюють перевантаження з урахуванням пріоритетів відповідно до значень вагових коефіцієнтів (7), (8). При цьому зі зростанням вимог до якості обслуговування забезпечується адаптивне зростання інтенсивності відмов (фіг. 1).

Джерела інформації:

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

2. Добрышкин Ю. Н. Модель управления трафиком с его превентивным ограничением на основе абсолютных и относительных приоритетов / Ю. Н. Добрышкин // Радиотехника: Всеукр. міжвед. науч. - техн. сб. - 2009. - № 156. - С. 13 - 19.

3. Саваневич В. Е. Комплексна модель маршрутизації та обмеження трафіку в телекомунікаційних мережах військового призначення / В. Е. Саваневич, О.В. Лемешко, Д. В. Агеєв, Ю. М. Добришкін // Системи озброєння та військова техніка. - 2010. - 2 (22). - С. 78 - 84.



Фіг. 1