



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47461 (13) U
(51) МПК (2009)
H04L 12/56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ В МУЛЬТИСЕРВІСНІЙ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ

1

2

(21) u200905821

(22) 09.06.2009

(24) 10.02.2010

(46) 10.02.2010, Бюл.№ 3, 2010 р.

(72) ЛЕМЕШКО ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ,
ДОБРИШКІН ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ВАСЮТА
КОСТЯНТИН СТАНІСЛАВОВИЧ, СИМОНЕНКО
ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ
СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Спосіб управління трафіком у мультисервісній телекомунікаційній мережі (ТКМ), який полягає в тому, що записи таблиць маршрутизації на вузлах мережі формуються шляхом розв'язання оптимізаційної задачі щодо мінімізації лінійної цільової функції при виконанні умов збереження потоку та умов відсутності перевантаження, який відрізняється тим, що зміст маршрутних таблиць

на приграничних вузлах мультисервісної ТКМ визначається в результаті одночасного розрахунку як керуючих змінних (x_{ij}^k) , так і додатково введених в умови збереження потоку змінних відмов (α^k) , які відповідають за виконання задач превентивного обмеження трафіку різних пріоритетів, що надходить до мережі з обґрунтуванням вибору вагових коефіцієнтів, які визначають величину питомого штрафу за завантаженість трактів передачі ТКМ (c_{ij}^k) та характеризують питомий штраф за відмови в обслуговуванні трафіків користувачів (c^k) .

Запропонована корисна модель відноситься до галузі електров'язку і може бути використана в маршрутизаторах телекомунікаційних мереж (ТКМ) для підвищення якості обслуговування.

Відомий спосіб управління трафіком "Traffic policing (TP)" [1], який полягає в обмеженні інтенсивності трафіку відповідно до заданого профілю, що зазначений в угоді про рівень сервісу (SLA) і здійснюється за допомогою механізму узгодження швидкості доступу - Committed Access Rate (CAR). Для роботи механізму CAR визначається декілька основних параметрів, таких як узгоджена швидкість передачі даних (CIR), узгоджений розмір сплеску (B_c), розширений розмір сплеску (B_e), час сплеску (T), від яких і залежить характер можливих відмов в обслуговуванні.

Недоліком відомого способу є те, що він не узгоджений з роботою інших засобів управління трафіком, таких як протоколи маршрутизації, механізми управління чергами та пріоритетами. Ефективність його роботи багато в чому залежить від таких параметрів як CIR, B_c , B_e , T, які встановлюються адміністративно, без врахування

дійсного завантаження трактів передачі та вузлів телекомунікаційної мережі (ТКМ).

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип, є спосіб управління трафіком [2], в рамках якого на основі використання потокової 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, носить нелінійний характер та має наступний вигляд:

$$\sum_{i,j} D_{ij}(F_{ij}) + \sum_{w \in W} e_w(r_w), \quad e'_w(r_w) = - \left(\frac{\alpha_w}{r_w} \right)^{b_w}, \quad (1)$$

UA (19) 47461 (11) U (13)

при обмеженнях

$$\sum_{p \in P_w} x_p = r_w, x_p \geq 0, 0 \leq r_w \leq \bar{r}_w, p \in P_w, w \in W,$$

де F_{ij} - інтенсивність сумарного трафіку в тракті передачі (i, j) ;

\bar{r}_w - середня інтенсивність трафіку пріоритету $w \in W$, що надходить до ТКМ;

x_p - інтенсивність трафіку в p -му шляху;

P_w - множина попередньо обчислених шляхів для трафіку з пріоритетом $w \in W$;

r_w - інтенсивність трафіку пріоритету $w \in W$, який прийнято до обслуговування ТКМ;

параметри α_w і b_w є заданими додатними константами, які впливають на вибір оптимальних значень вхідних інтенсивностей r_w і на пріоритет трафіку $w \in W$ відповідно;

W - множина підтриманих в ТКМ пріоритетів.

Недоліками способу-прототипу 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. При розв'язанні поставленої оптимізаційної задачі використовується нелінійна цільова функція (1), що ускладнює розрахунок оптимальних значень керуючих параметрів - маршрутних змінних (x_p) та змінних, що відповідають за обмеження трафіку (r_w).

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб управління трафіком в мультисервісній телекомунікаційній мережі, який шляхом узгодженого розв'язання задач багатошляхової маршрутизації та превентивного обмеження трафіку на приграничних маршрутизаторах, забезпечить підвищення якості обслуговування.

Поставлена задача розв'язується за рахунок того, що в спосіб-прототип, в рамках якого спільно розв'язуються задачі маршрутизації з попередньо обчисленими шляхами та обмеження інтенсивності трафіку, що надходить до мережі, вносяться доповнення в умови збереження потоку на мережних вузлах і в ТКМ в цілому [3], які приймають наступний вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k = 0 \text{ при } k \in K, i \neq s_k, d_k; \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k = 1 - \alpha^k \text{ при } k \in K, i = s_k; (2) \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k = \alpha^k - 1 \text{ при } k \in K, i = d_k, \end{cases}$$

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

E - множина трактів передачі ТКМ;

K - множина трафіків, що надходять до ТКМ відповідно до забезпечуваного мережею сервісу; r_k, s_k, i, d_k інтенсивність k -го трафіку (1/с), вузол-джерело й вузол-одержувач пакетів трафіку відповідно;

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

Для запобігання перевантаження трактів передачі ТКМ вводяться наступні умови:

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

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

Вектор шуканих параметрів можна представити в векторній формі:

$$X = \left[\frac{x_{ij}^k}{\alpha^k} \right], (i, j) \in E, k \in K, \quad (4)$$

У ході розрахунку вектора (4) мінімізується наступна лінійна вартісна функція:

$$\min C^T X, \quad (5)$$

яка характеризує витрати на управління трафіком, при

$$C = \left[\frac{c_{ij}^k}{c^k} \right], (i, j) \in E, k \in K, \quad (6)$$

де c_{ij}^k - вагові коефіцієнти, які визначають величину удільного штрафу за завантаженість трактів передачі ТКМ;

c^k - вагові коефіцієнти, які характеризують удільний штраф за відмови в обслуговуванні трафіків користувачів.

У загальному випадку, відповідно до фізики розв'язуваної задачі з мінімізації функції (5) на координати α^k вектора X (4) накладаються наступні обмеження:

$$0 \leq \alpha^k \leq 1, \quad (7)$$

або

$$\alpha^k \in \{0, 1\}, \quad (8)$$

якщо відповідно до угоди про якість обслуговування допускається (7) або не допускається (8) часткове обмеження швидкості доступу до мережі.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у тому, що шляхом погодженого розв'язання задач багатошляхової маршрутизації та превентивного обмеження трафіку на приграничних маршрутизаторах, забезпечується підвищення якості обслуговування за показниками середньої затримки та джитеру в умовах перевантаження мультисервісної ТКМ.

На Фіг. зображений графік залежності частки відмов трафіку $\alpha_*^k = \alpha^k / r^k$ від його інтенсивності на вході мережі (r^k) й відношення

$\Delta C = c^k / c_{ij}^k$ для способу управління трафіком з лінійною вартісною функцією при $k=1$.

Сутність запропонованого способу управління трафіком у мультисервісній телекомунікаційній мережі полягає в тому, що записи таблиць маршрутизації на вузлах мережі розраховуються шляхом одночасного розрахунку як керуючих маршрутних змінних (x_{ij}^k), так і додатково введених в умови збереження потоку (2) змінних відмов α^k , які відповідають за виконання задач превентивного обмеження трафіку, що надходить до мережі. При формуванні змісту маршрутних таблиць за рахунок використання лінійної вартісної функції (5) з обґрунтуванням вибору вагових коефіцієнтів (6) забезпечується погоджене розв'язання задач багатопляхової маршрутизації та превентивного обмеження трафіку на основі абсолютних пріоритетів на приграничних маршрутизаторах ТКМ, тобто відмови в обслуговуванні в умовах перевантаження

стосуються в першу чергу низькопріоритетного трафіку [4]. Відповідно до змісту таблиць маршрутизації здійснюється управління трафіком в мультисервісній ТКМ.

Джерела інформації:

1. Вегенша Ш. Качество обслуживания в сетях IP / Вегенша Ш.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. - С.61-84.

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

3. Лемешко А.В. Исследование модели управления трафиком с анализом областей превентивного ограничения его интенсивности на границе сети / А.В. Лемешко, Ю.Н. Добрышкин, С.А. Щербинин // Моделирование та інформаційні технології. - 2008. - Вип.49. - С.64-72.

4. 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.

