УДК 681.32

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В НЕОДНОРІДНИХ КОРПОРАТИВНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

к.т.н. Г.А. Кучук*
(подав проф. А.В. Корольов)

Запропоновано підхід до оптимального розподілення інформаційних потоків (ІП), що циркулюють у неоднорідних корпоративних обчислювальних мережах (КОМ).

Більшість інформаційних систем (ІС) сучасних корпоративних мереж будується за принципом "клієнт – сервер", використовуючи розподілену організацію базової обчислювальної мережі (БОМ). Створення та експлуатація таких систем потребує концентрації ресурсів, оперативного управління та контролю, збільшення інформаційних потоків і т. ін. [1]. Відповідна мережна технологія повинна забезпечувати: інтегровані транспортні послуги, що забезпечують підтримку пріоритетів трафіка; надійність передачі даних, наявність динамічної маршрутизації та мережної системи дублювання; гарантовану смугу пропускання для кожного абонента; високу пропускну спроможність і ефективну передачу трафіка LAN - to - LAN та клієнт - сервер; масштабування смуги пропускання та легке включення нових абонентів; можливість ефективного використання наданого мережного ресурсу за рахунок перерозподілення смуги пропускання; високу інформаційну безпеку за рахунок використання PVC або віртуальних локальних обчислювальних мереж (ВЛОМ); легкість міграції у технології наступних поколінь.

Для вибору відповідної технології необхідно побудувати комплекс математичних моделей, який враховує динаміку змін потреб, ресурсів (матеріальних, технічних, мережних, обчислювальних), затрат при створенні та експлуатації мережі.

Одним із найбільш важливих питань при моделюванні є розподілення інформаційних потоків ІС в середовищі БОМ. Дану задачу будемо розглядати з врахуванням двох ієрархічних рівнів ІС: "клієнт" і "сервер".

На ієрархічному рівні "клієнт" КОМ (локальна обчислювальна мережа (ЛОМ), що працює у даному режимі) необхідно для кожної **k** – ї із **K** ЛОМ знайти мінімум затрат

$$\varphi_k^{(0)} = \min_{x_k \in D_k(y_k)} \varphi(x_k) \qquad (1)$$

при обмеженнях

$$\mathbf{D_k(y_k) = \left\{x_k \middle| \sigma_k^* \cdot x_k = y_k; R_k^{(\mathit{l})}(x_k) \le M_{0,k}^{(\mathit{l})}, \mathit{l} = \overline{1,L}; x_k \ge 0\right\}}, \tag{2}$$

де $\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x_k})$ **-** функціонал **k** – ї ЛОМ;

$\mathbf{x_k}$ - вектор стану;

$\mathbf{D_k(y_k)}$ **-** множина допустимих станів;

$\mathbf{y_k}$ - вектор узагальненого стану для **k** – ї ЛОМ, що розглядається в дискретні моменти часу ;

$\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{k}^*$ - транспонована матриця інцидентності **k** – ї ЛОМ;

$\mathbf{R_k^{(\mathit{l})}(x_k)}$ - функція затрат ***l*** - го ресурсу ЛОМ;

$\mathbf{M_{0,k}^{(\mathit{l})}}$ - заданий сервером БОМ для ЛОМ **k** допустимий об‘єм ***l*** - го ресурсу;

L - кількість розглядаємих обмежених ресурсів.

На рівні серверу БОМ необхідно знайти глобальний мінімум затрат

$$\boldsymbol{\varphi}^{\mathbf{(0)}} = \min_{\substack{\mathbf{M_{0,k} \in D(M)} \\ \mathbf{y_k \in G(y)}}} \sum_{\mathbf{k=1}}^{\mathbf{K}} \boldsymbol{\varphi}_\mathbf{k}^{\mathbf{(0)}}\left(\mathbf{M_{0,k}\, y_k}\right), \tag{3}$$

де

$$\mathbf{D(M) = \left\{M_{0,k} \middle| \sum_{k=1}^{K} M_{0,k}^{(\mathit{l})} \le M_0^{(\mathit{l})}; M_0^{(\mathit{l})} \ge 0;\ \mathit{l} = \overline{1,L}\right\}}, \tag{4}$$

$$\mathbf{G(y) = \left\{y_k \middle| \psi^* \cdot y_k \ge B; y_k \ge 0\right\}},$$

$\boldsymbol{\varphi}_\mathbf{k}^{\mathbf{(0)}}$ - функція, що апроксимує мінімальні значення затрат для **k** – ї ЛОМ при зміні векторів відтворюваних ресурсів $\mathbf{M_{0,k}}$ та невідтворюваних ресурсів $\mathbf{y_k}$, що розглядаються у дискретні проміжки часу;

$\mathbf{G(y)}$ **-** множина допустимих значень вектора узагальненого ресурсу $\mathbf{y_k}$;

$\mathbf{M_0^{(\mathit{l})}}$ - загальна кількість ***l*** - го ресурсу, виділеного ІС;

B - вектор потреби ресурсів у вузлах БОМ;

$\boldsymbol{\psi}^*$- транспонована матриця інцидентності БОМ.

Багатократно розв'язуючи задачу (1, 2) на рівні ЛОМ при фіксованих значеннях вектору $\mathbf{y_k}$ та виділених БОМ ресурсів $\mathbf{M_0^{(l)}}$ в допустимих діапазонах їх змін, знаходимо множину значень $\varphi_{\mathbf{k}}^{(0)} = \left(\mathbf{M_{0,k} y_k}\right)$. Апроксимувавши цю множину безперервною функцією, одержимо динамічну характеристику $\mathbf{k}$ – ї ЛОМ. Після цього можна перейти до другого етапу – безпосередньому аналізу ІП розглядаємої ІМ.

Припустимо, що загальний неоднорідний трафік ІС в середовищі БОМ можна розбити на $\mathbf{R}$ видів однорідних потоків. Трафік $\mathbf{k}$ – ї ЛОМ тоді можна розбити на $\mathbf{m_k}$ $(\mathbf{m_k \le R})$ однорідних потоків в періоді $\mathbf{t_n}$ з розмірами $\mathbf{Q_{i_1}^{(k,t_n)},\ldots,Q_{i_{m_k}}^{(k,t_n)}}$, де індекси визначають належність до відповідного виду потоку. Для вхідного трафіка значення $\mathbf{Q_{i_j}^{(k)} \ge 0}$, для вихідного $\mathbf{Q_{i_j}^{(k)} < 0}$. Тоді траєкторію однорідного потоку можна задати наступним кортежем:

$$< \mathbf{u, k_i, k_0, k_b, k_e, r} >,$$

де $\mathbf{u}$ – номер ділянки; $\mathbf{k_i}$ - ЛОМ, яка приймає потік; $\mathbf{k_0}$- ЛОМ, із якої виходить потік; $\mathbf{k_b}$ - початкова ЛОМ траєкторії; $\mathbf{k_e}$ **-** кінцева ЛОМ траєкторії; $\mathbf{r}$ - вид потоку.

Сумарне значення потоку на ділянці $\mathbf{u}$ в часовому періоді $\mathbf{t_n}$ можна записати, як

$$\mathbf{Q_u^{(t_n)} = \sum_{k_b=1}^{K} \sum_{k_e=1}^{K} \sum_{r=1}^{R} Z_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)}},$$

де складання проводиться по усім траєкторіям, що проходять крізь розглядаєму ділянку, а $\mathbf{Z_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)}}$ - значення потоку відповідної траєкторії, причому

$$\mathbf{Z_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} = x_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} + y_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)}},$$

де перша із складових – це частина потоку, що знаходиться в межах пропускної спроможності ділянки $\mathbf{x_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)}}$, а друга – частина потоку, що перевищує пропускну спроможність ділянки.

Тоді

$$\sum_{k_b=1}^{K}\sum_{k_e=1}^{K}\sum_{r=1}^{R} x_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} \le P_u^{(0)} + \sum_{i=1}^{t_n-1}\sum_{k_b=1}^{K}\sum_{k_e=1}^{K}\sum_{r=1}^{R} y_{u,k_b,k_e,r}^{(i)},$$

де $P_u^{(0)}$ - пропускна спроможність ділянки **u**.

Якщо $v_{i_j}^{(k,t_n)}$–об‘єм потоку i_j в **k** – й ЛОМ в період t_n, то $0 \le v_{i_j}^{(k,t_n)} \le -\min\left(0, Q_{i_j}^{(k,t_n)}\right)$ і базисні рівняння мають наступний вигляд[2]:

$$\sum_{u\in U_1} Z_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} - \sum_{u\in U2} Z_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} + v_{i_j}^{(k,t_n)} = P_{i_j}^{(k,t_n)},$$

де $P_{i_j}^{(k,t_n)} = \max\left(0, Q_{i_j}^{(k,t_n)}\right)$; U_1, U_2 - множина всіх траєкторій типу i_j, що входять і виходять із **k** – ї ЛОМ в період t_n, відповідно.

Тоді цільова функція задачі оптимізації може бути подана у лінійному вигляді наступним чином:

$$\sum_{t_n}\left(\sum_{u\in U} W_u^{(1)} \sum_{k_b=1}^{K}\sum_{k_e=1}^{K}\sum_{r=1}^{R} y_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)} + \right.$$
$$\left. + W_u^{(2)}\left(\sum_{k_b=1}^{K}\sum_{k_e=1}^{K}\sum_{r=1}^{R} x_{u,k_b,k_e,r}^{(i)} + y_{u,k_b,k_e,r}^{(t_n)}\right) + W_u^{(2)}\sum_{k=1}^{K} x_k \cdot v_{i_j}^{(k,t_n)}\right) \to \min$$

при відповідних обмеженнях на ресурси та затрати $\left(W_u^{(1)},\ W_u^{(2)},\ W_u^{(3)}\right)$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбачук Н.В. Универсальные решения для корпоративных клиентов // INFOCOM. Communications servises. – 1999. - № 8. – С. 7-8.

2. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям. – М.: Радио и связь, 1988. – 192 с.