

УДК 004.421

В.Ю. Картавих

Головне управління зв'язку та інформаційних систем Генерального штабу ЗС України, Київ

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРНОЇ МАТРИЦІ МОНІТОРИНГУ ДОМЕНА УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті вводиться поняття опорної матриці моніторингу, розглядається методика визначення опорної матриці моніторингу домену управління інформаційної мережі спеціального призначення, описується алгоритм методики та окремі процедури алгоритму.

Ключові слова: моніторинг, домен управління, інформаційна мережа.

Вступ

Тенденції розвитку суспільства спрямовані на інформатизацію його діяльності. Ключовими питаннями інформатизації стають збір, обробка та аналіз інформації. Практика останніх військових конфліктів свідчить про актуальність цих питань. Інформаційна перевага у військовому конфлікті стає одним із джерел перемоги. Виходячи з цього однією з основних задач підтримки обороноздатності держави є створення інформаційної мережі Збройних Сил України і забезпечення її працездатності. Забезпечення працездатності інформаційної мережі Збройних Сил України є основною функцією системи управління інформаційною мережею. Отже питання побудови системи управління інформаційною мережею напряму впливають на обороноздатність держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом питанню побудови системи управління інформаційною мережею спеціального призначення приділяється велика увага. В [1] подається управління в телекомунікаційних мережах та визначаються основні принципи побудови систем управління інформаційними мережами. В [2] описується модель систем управління на основі протоколу SNMP. Основною задачею даного протоколу є збір параметрів мережевих елементів в процесі їх роботи, тобто моніторинг мережевих елементів. Процес моніторингу є одним з основних етапів управління [3], тому він реалізується окремою підсистемою моніторингу (ПМ), яка є складовою частиною системи управління інформаційною мережею спеціального призначення. Недоліки протоколу SNMP вимагають при моніторингу мережевих елементів застосовувати комплексне використання даного протоколу з протоколом ICMP, який забезпечує контроль за мережевим елементом на IP рівні моделі TCP/IP. Аналітична модель моніторингу з використанням даного підходу представлена у [4]. На етапі проектування підсистеми моніторингу повинні бути вирішені наступні задачі [2]:

визначені множини параметрів, за якими здійснюється моніторинг мережевих елементів;

визначене оптимальне місце підключення підсистеми моніторингу до інформаційної мережі;

визначені оптимальні періоди опитування мережевих елементів по параметрам, що характеризують їх стан.

В даній статті запропонований спрощений підхід для отримання періодів опитування мережевих елементів, який дозволяє отримати план моніторингу, що може бути використаний як опорний план при вирішенні оптимізаційної задачі визначення оптимальних періодів моніторингу мережевих елементів.

Метою статті є розробка методики визначення періодів опитування мережевих елементів при введенні певних обмежень, які спрощують вирішення задачі. В статті визначаються первинні дані методики, представляється алгоритм методики і описуються окремі процедури алгоритму.

Виклад основного матеріалу досліджень

Періоди моніторингу параметрів мережевих елементів представляються у вигляді матриці моніторингу домену управління, в якій кожний рядок містить періоди моніторингу параметрів окремого взятого елемента. Розмірність матриці моніторингу

$$r = n \times \arg \max_{i \in \overline{1, n}} (K_i),$$

де n — кількість мережевих елементів, K_i — кількість параметрів, що підлягають моніторингу, i -го мережевого елемента [4]. Для розв'язання оптимізаційних задач по визначенню оптимальних періодів моніторингу кожного параметру усіх мережевих елементів слід визначити опорну матрицю моніторингу домену управління. Для визначення опорної матриці моніторингу введемо обмеження, що усі параметри окремого мережевого елемента опитуються з однаковим періодом. З урахуванням цього обмеження, опорна матриця моніторингу представляється у вигляді

$$T_n = (\tau_i), i = \overline{1, n},$$

де τ_i — період моніторингу i -го мережевого елемента. Розрахунок опорної матриці моніторингу пови-

нен здійснюватися таким чином, щоб забезпечити задане співвідношення (10%) службового трафіку, який генерується підсистемою моніторингу до пропускної здатності каналів передачі даних.

Первинними даними методики визначення опорної матриці моніторингу є такі: $N = \{n_i\}$ — множина мережевих елементів домену управління, де $n_i = \langle H_i, I_{\text{senior}}, C_{\text{senior}} \rangle$, H_i — інформаційна модель i -го мережевого елемента, I_{senior} — номер мережевого елемента, до якого підключений i -й мережевий елемент, C_{senior} — пропускна спроможність каналу передачі даних між i -м вузлом та старшим вузлом мережі; k — коефіцієнт відношення інтенсивності службового трафіку до загальної пропускної спроможності каналу передачі даних. $0 < k < 1$.

При застосуванні методики вважається, що при побудові мережі домену управління не застосовується технологія з кільцевими топологіями та технологія Virtual Local Area Network (VLAN); усі мережеві елементи множини N підтримують протокол SNMP, для них побудовані інформаційні моделі, і всі вони підлягають моніторингу; місце підключення ПМ заделегідь визначено. Результатом застосування методики є T_n — опорна матриця моніторингу розмірністю $n \times 1$. Алгоритм методики визначення опорної матриці моніторингу домену управління інформаційної мережі представлений на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм методики визначення опорної матриці моніторингу домену управління інформаційної мережі спеціального призначення

В процедурі побудови дерева мережі домену управління здійснюється обробка первинних даних. З первинних даних для кожного вузла визначається I_{senior}^i — старший мережевий елемент до якого підключається даний мережевий елемент, C_{senior}^i — пропускна спроможність каналу передачі даних між старшим мережевим елементом та даним мережевим елементом. Крім того, відповідно до обмежень, визначається мережевий елемент до якого підключається підсистема моніторингу I_{senior}^M та пропускна спроможність каналу від підсистеми моніторингу до цього мережевого елемента C_{senior}^M .

В домені управління існує мережевий елемент, який по каналам зв'язку підключається до старшого домену управління і є кореневим мережевим елементом для мережі цього домену управління або є кореневим елементом усієї мережі ($I_{\text{senior}}^i = 0$). Побудова графа мережі домену управління починається з визначення та нанесення його на діаграму графа. Вагою вершини є K_i цього мережевого елемента. Наступним кроком є нанесення вершин, що позначають мережеві елементи, які безпосередньо підключені до кореневого елемента домена управління. Ваги вершин є K_i цих мережевих елементів. Відповідно ваги ребер, що з'єднують вершини мережевих елементів, дорівнюють C_{senior}^i даних мережевих елементів. Після нанесення всіх мережевих елементів, наноситься вершина, яка позначає підсистему моніторингу. Вага ребра між підсистемою моніторингу та мережевим елементом I_{senior}^M дорівнює C_{senior}^M . Фрагмент діаграми графа домену управління представлено на рис. 2. Для подальших розрахунків побудуємо ізоморфний граф [5], отриманий так, що вершина підсистеми моніторингу є коренем кінцевої діаграми граф-дерева домену управління (рис. 3). Обмеження, що стосуються технології з кільцевими топологіями та технології VLAN, дозволяє класифікувати граф домену управління, як граф-дерево. Побудована кінцева діаграма граф-дерева домену управління вміщує первинні дані процедури побудови системи лінійних нерівностей. Для побудови системи лінійних нерівностей виділемо вершини з ступенем 1, тобто висячі вершини [6]. Розглянемо висячу вершину 6. Відповідно з первинними даними трафік каналу передачі даних між вузлом 6 та старшим вузлом не повинен перевищувати kC_{senior}^6 , тобто

$$f(\tau_6, K_6) \leq kC_{\text{senior}}^6, \quad (1)$$

де $f(\tau_i, K_i)$ — функція, яка визначає об'єм трафіка, що генерується при моніторингу мережевого елемента по параметрам з періодом моніторингу кожного параметру.

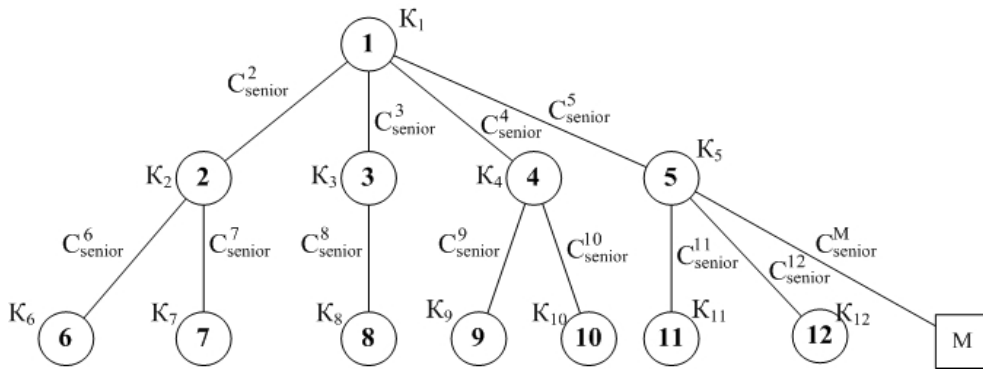


Рис. 2. Фрагмент діаграми граф-дерева домену управління

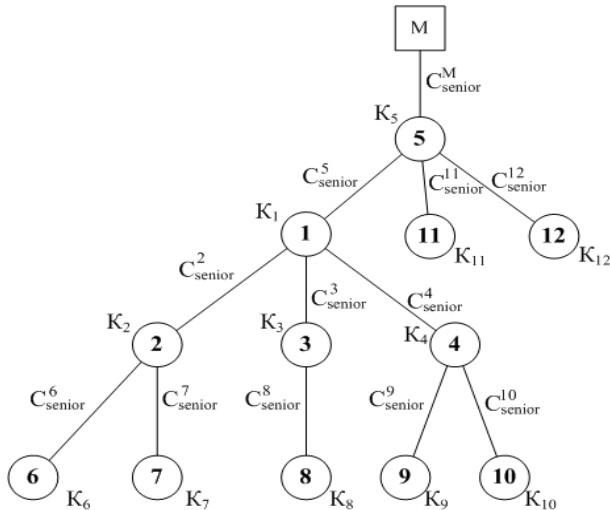


Рис. 3. Кінцева діаграма граф-дерева домену управління

вершини та інцидентні з ними ребра, тобто отримується діаграма граф-дерева після вилучення всіячих вершин другої ітерації (рис. 5).

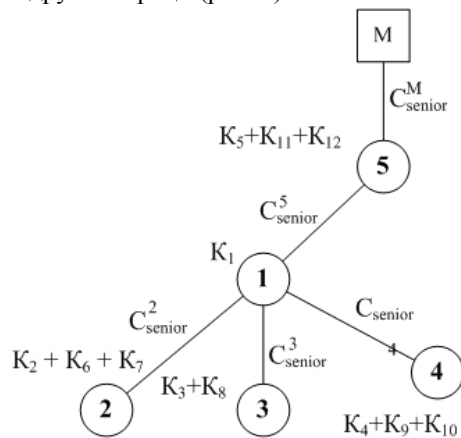


Рис. 4. Діаграма граф-дерева після вилучення всіячих вершин

Застосовуючи інформаційно-часову модель моніторингу мережевого елементу [4] отримуємо нерівність такого вигляду:

$$\frac{2}{T_6} (N_{ICMP} + K_6 N_{SNMP}) \leq k C_{senior}^6, \quad (2)$$

де N_{ICMP} – розмір пакета ICMP, N_{SNMP} – розмір пакета SNMP. Аналогічно будуються нерівності для інших всіячих вершин.

Вилучаємо розглянуті вершини та інцидентні з ними ребра, причому додаємо до старших мережевих елементів кількість параметрів мережевих елементів, що були підключені до них. Отримуємо діаграму граф-дерева після вилучення всіячих вершин нижнього рівня (рис. 4). В наступній ітерації розглядаються всіячі вершини отриманої діаграми граф-дерева, але з врахуванням попередніх вершин. Відповідно при розгляді вершини 2 отримаємо нерівність

$$\frac{2}{T_6} (N_{ICMP} + K_6 N_{SNMP}) + \frac{2}{T_7} (N_{ICMP} + K_7 N_{SNMP}) + \frac{2}{T_2} (N_{ICMP} + K_2 N_{SNMP}) \leq k C_{senior}^2.$$

Аналогічно будуються нерівності для інших всіячих вершин цієї діаграми граф-дерева. З діаграми граф-дерева виключаються оброблені всіячі

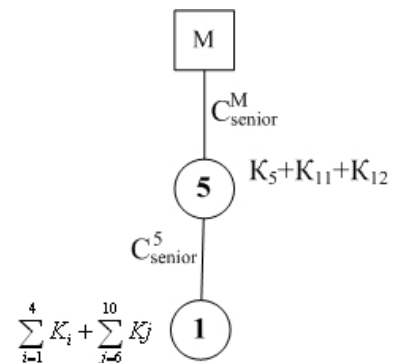


Рис. 5. Діаграма граф-дерева після вилучення всіячих вершин другої ітерації

Ітерації продовжуються до того моменту поки не буде отримано діаграму граф-дерева останньої ітерації (рис. 6).

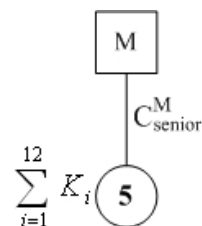


Рис. 6. Діаграма граф-дерева останньої ітерації

При розгляді останньої вершини трафік підсистеми моніторингу на даному ребрі являється корисним. Тому нерівність в даному випадку має вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \frac{2}{T_i} (N_{ICMP} + K_i N_{snmp}) \leq (1-k) C_{senior}^M. \quad (4)$$

Позначимо:

$$A_i = N_{ICMP} + K_i N_{SNMP}; \quad X_i = 2/T_i;$$

$$C_i = k C_{senior}^i, \quad C_M = (1-k) C_{senior}^M.$$

Область значень даних змінних відповідно:

$$A_i > 0, \quad X_i \geq 0, \quad C_i > 0, \quad C_M > 0.$$

З врахуванням цього та простих математичних перетворень отримаємо систему нерівностей:

$$\begin{aligned} -A_6 X_6 + C_6 &\geq 0; & -A_7 X_7 + C_7 &\geq 0; & -A_8 X_8 + C_8 &\geq 0; \\ -A_9 X_9 + C_9 &\geq 0; & -A_{10} X_{10} + C_{10} &\geq 0; & -A_{11} X_{11} + C_{11} &\geq 0; \\ -A_{12} X_{12} + C_{12} &\geq 0; & -A_6 X_6 - A_7 X_7 - A_2 X_2 + C_2 &\geq 0; \\ -A_8 X_8 - A_3 X_3 + C_3 &\geq 0; & -A_9 X_9 - A_{10} X_{10} - A_4 X_4 + C_4 &\geq 0; \\ -\sum_{i=1}^4 A_i X_i - \sum_{j=6}^{10} A_j X_j + C_5 &\geq 0; & -\sum_{i=1}^{12} A_i X_i + C_m &\geq 0. \end{aligned}$$

Для розв'язання даної системи нерівностей застосуємо метод послідовного зменшення невідомих [7]. При наявності реальних значень A_i, C_i, C_M отримуємо рішення у вигляді проміжків можливих значень для кожного невідомого X_i :

$$0 \leq X_i \leq \overline{X}_i,$$

де \overline{X}_i – певне додатне число.

Враховуючи заміну для кожного τ_i отримуємо

$$0 \leq 2/\tau_i \leq \overline{X}_i,$$

Оскільки $\tau_i > 0$, то отримуємо

$$\tau_i \geq 2/\overline{X}_i,$$

що і є проміжком можливих значень для періоду моніторингу мережевого елемента.

Таким чином, $2/\overline{X}_i$ буде мінімальним значенням періоду моніторингу i -го мережевого елемента, що задовольнить виконання вимоги відношення пропускної здатності каналів передачі даних між

вузлами та інтенсивності службового трафіку ПМ. Відповідно матриця моніторингу домену управління складається з таких значень для кожного мережевого елемента.

Висновки

Запропонована методика дозволяє на основі структури домену управління, пропускних здатностей каналів передачі даних між мережевими елементами домену управління та інформаційних моделей кожного мережевого елемента визначити числові проміжки періодів моніторингу, використання яких при проектуванні плану моніторингу домену управління інформаційної мережі спеціального призначення дозволить запобігти перевантаженню мережі службовим трафіком.

Список літератури

1. Романов А.И. Телекоммуникационные сети и управление: Учебное пособие / А.И. Романов. – К.: Издательско-полиграфический центр “Киевский университет”, 2003. – 247 с.
2. Романов О.И. Аналітична модель інтенсивності службового трафіку згідно SNMP-протоколу / О.И. Романов, М.М. Нестеренко // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ “КІП”, вип. 2. – 2012. – С. 75 – 83.
3. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
4. Горбенко В.И. Модель моніторингу домену управління інформаційної мережі військового призначення / В.И. Горбенко, В.Ю. Картавих, І.Ю. Субач // Збірник наукових праць ХУПС ім. І. Кожедуба “Системи обробки інформації”, вип. 4(111). – Х., 2013 – С. 118 – 122.
5. Харари Фрэнк. Теория графов / Харари Фрэнк Пер. с англ. и предисл. В. П. Козырева. Под ред. Г. П. Гаврилова. Изд. 2-е. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 296 с.
6. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес – М.: Мир, 1978 – 432 с.
7. Солодовник А.С. Системы линейных неравенств / А.С. Солодовник – М.: Изд-во “Наука”, 1977 – 116 с.

Надійшло до редколегії 26.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Г. Сайко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПОРНОЙ МАТРИЦЫ МОНИТОРИНГА ДОМЕНА УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.Ю. Картавих

В статье вводится понятие опорной матрицы мониторинга, рассматривается методика определения опорной матрицы мониторинга домена управления информационной сети специального назначения, описывается алгоритм методики и отдельные процедуры алгоритма.

Ключевые слова: мониторинг, домен управления, информационная сеть.

MONITORING BEARING MATRIX DETERMINATION FOR CONTROL DOMAIN IN SPECIAL PURPOSE INFORMATION NETWORK

V.Yu. Kartavych

Monitoring bearing matrix is introduced in this article, analyzed methodology of monitoring bearing matrix determination for management domain in special purpose information network and defined base algorithm with its essential procedures.

Keywords: monitoring, control domain, information network.