

енергоспоживання МК не перевищує $\delta_{MET-NL} \leq 0,018\%$. При зменшенні нелінійності та змін напруги на МК δ_{MET-NL} суттєво зменшується. Так само друга методична похибка (від різниці напруги на конденсаторі в колі живлення МК на початку та в кінці вимірювання) має помітне значення $\delta_{MET-UC} \approx 0,2\%$ лише при малій ємності конденсатора та низькій тактовій частоті для мікроконтролерів із значним енергоспоживанням. В інших умовах ця похибка різко зменшується

Список використаних джерел

1. Патент 90922 України, МПК7 G05F 5/00, G01K 17/00. Пристрій вимірювання енергії імпульсних споживачів [Текст] / Боровий А. М., Майків І. М., Кочан Р. В., Домбровський З. І., Кочан В. В.; заявник і патентовласник Боровий А. М., Майків І. М., Кочан Р. В., Домбровський З. І., Кочан В. В. – № а2008 06325; заявл. 13.05.08; опубл. 10.06.10, Бюл. №11. – 4 с.: іл.
2. Заявка на винахід № а201403292, «Спосіб вимірювання середньої енергії імпульсного споживача та пристрій для його реалізації», дата подання 31.03.2014

УДК 004.052.2

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КЛАСТЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Павлов М. Ю.

МТУ «Миколаївська політехніка», студент

У сучасних комп'ютерних системах для досягнення високої надійності та відмовостійкості серверних систем широко використовуються кластерні архітектури. Комунікаційна підсистема кластерних та мережевих систем, як правило, будується за ієрархічним принципом і передбачає виділення рівнів доступу, розподілу і ядра [1].

При значному числі серверів їх підключення може проводитися через багаторівневу комунікаційну підсистему деревовидної топології (рис.1 а). Для підвищення надійності системи комутаційні вузли верхнього і нижнього рівнів (КВВР та КВНР) та їх зв'язки резервуються (рис.1 б).

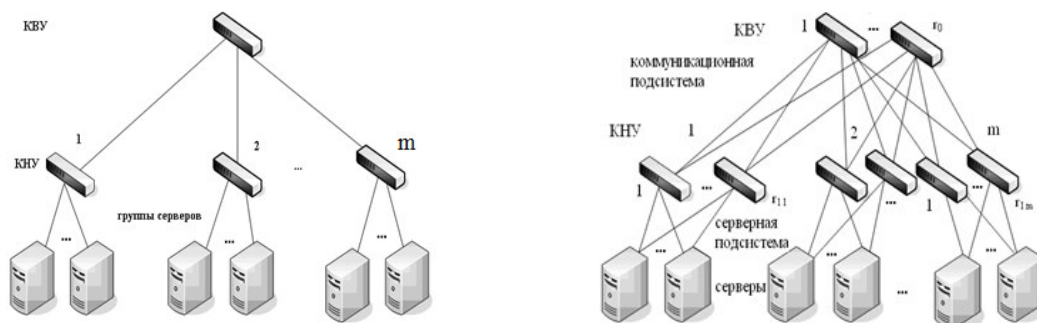


Рисунок 1 - Підключення серверів без резервування (а) і з резервуванням (б) комунікаційних вузлів

Деревоподібна топологія підключення серверів до рівня ядра припускає розподіл усієї сукупності серверів на кластерні групи. Надійність і ефективність кластерних систем залежить не тільки від кратності резервування серверних і комунікаційних вузлів, але і від варіантів об'єднання функціонально неоднорідних серверів в кластерні групи.

При наявності n типів серверів за функціональним призначенням можливі альтернативи відтворення кластерних груп, у тому числі з об'єднанням в групи [2]:

- однотипних за функціональним призначенням серверів;
- різнотипних за функціональним призначенням серверів всіх n типів (повнофункціональні кластерні групи серверів);

- різнотипних по функціональності серверів при їх неповнофункціональному наборі в кожній кластерній групі, причому можливі варіанти з функціональним неперетинанням і перетинанням різних кластерних груп.

Вибір найкращих варіантів об'єднання серверів по кластерним групам повинен проводитися з урахуванням мінімізації часу обслуговування запитів, максимізації надійності і згладжування негативного впливу відмов серверного і комунікаційного устаткування на зниження функціональності системи і збільшення часу виконання запитів. Таким чином, для вирішення завдання оптимальної (раціональної) побудови серверної системи потрібна оцінка її надійності при різних варіантах об'єднання різнорідних по функціональності серверів в кластерні групи.

Кожну кластерну групу (рис.1), що включає комутаційний вузол нижнього рівня і підключені до нього різнотипні за функціональним призначенням сервери, будемо розглядати як багатофункціональний модуль (БФМ), для якого $(\forall i, j) [i \neq j] \rightarrow \Phi_i \cap \Phi_j = \Omega$, де $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ ресурси модуля, задіяні при виконанні функцій f_1, f_2, \dots, f_n , а Ω - базове устаткування - загальне при виконанні всіх функцій.

Таке уявлення кластерної групи правомірно, якщо до базового обладнання Ω БФМ віднести КВНР, а до обладнання $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ сервери різної функціональності (призначення).

Подання кожної кластерної групи у вигляді багатофункціонального модуля дає можливість скористатися для аналізу надійності досліджуваних кластерних систем існуючими методами оцінки надійності систем з багатофункціональних модулів.

При адаптації для оцінки надійності кластерних систем задамо можливі варіанти комплектування (типів) кластерних груп за функціональним призначенням, в які входять сервери, що характеризуються матрицею $\|a_{ij}\|$, елемент якої $a_{ij} = 1$, якщо група j -го типу комплектації містить сервер, який реалізує i -ю функцію, інакше $a_{ij} = 0, j = 1, 2, \dots, M$. Матриця $\|\varphi_{ij}\|_{n \times m}$, що характеризує функціональні можливості серверних груп системи, формується з матриці $\|a_{ij}\|$ з урахуванням числа (кратності резервування) груп кожного типу функціональної комплектації m_1, m_2, \dots, m_M .

Результати розрахунку надійності розглянутих кластерних систем при $p_i = p_{КВНР}$ і $p_i = p_{КВНР}^2$ представлені на рис.2. На рис. 2а криві 1-3 відповідають надійності систем, комплектація серверних груп яких представлена матрицями S1, S2, S3. На рис. 2б криві 1,2 представляють надійності систем, відповідних матрицям S1, S4, а крива 3 - різницю надійності для цих двох порівнюваних систем.

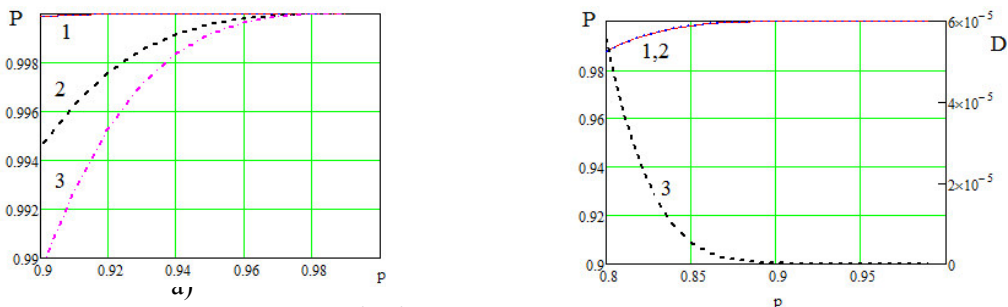


Рисунок 2 - Надійність системи з різною комплектацією серверних груп

Розрахунки підтверджують, що надійність досліджуваних систем залежить не тільки від надійності і кратності резервування серверів, але і від варіантів їх об'єднання в серверні групи.

На основі проведених досліджень рекомендується комплектація кластерних груп серверами різного функціонального призначення, для якої різниця порядкових сум матриці $\|\varphi_{ij}\|$ мінімальна. При виконанні цієї рекомендації кращим є такий розподіл серверів за групами, при якому число комбінацій розташування одиниць у рядках з їх найменшим числом є мінімальним.

Таким чином, на основі адаптації моделі надійності обчислювальних систем з багатофункціональних модулів розроблено метод оцінки надійності комп'ютерних систем кластерної архітектури, що дозволяє для довільних варіантів об'єднання серверів різного функціонального призначення в кластерні групи врахувати вплив накопичуваних відмов серверного обладнання та багаторівневої комутаційної підсистеми на доступність функціональних ресурсів різних серверних груп.

Отримані результати можуть використовуватися при розробці комп'ютерних систем кластерної архітектури, зокрема при визначенні оптимальних по надійності варіантів об'єднання серверів різного функціонального призначення в кластерні групи.

Список використаних джерел

1. Ретана Ф. Принципы проектирования корпоративных IP-сетей. М.: Вильямс, 2010. - 368 с.
2. Байбуз О.Г. Оцінка надійності та оптимізація комплектації обчислювальних систем при резервуванні функціонально неоднорідних комп'ютерних вузлів // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій: Збірник наукових праць ДНУ, 2012. – С. 17-23.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Паздрій І.Р.

Тернопільський національний економічний університет, к.т.н, доцент

Удосконалено моделювання режимів роботи безпроводних сенсорних мереж (БСМ) методами теорії нечітких орієнтованих зважених графів. Одержано ознаку ідентифікації зловмисного вузла у БСМ, що полягає в обчисленні подібності зв'язків сусідів між двома підозрілими вузлами і дає змогу автоматизувати процес виявлення атаки.

Сучасні БСМ дозволяють виконувати моніторинг на довільному етапі їх роботи. Під час розподіленої координації мережі доцільно скористатися властивістю зв'язності, це дозволить на практиці ефективніше використовувати ресурс мережі. Для розв'язку поставленої задачі доцільно скористатись моделлю інформаційної системи, яка володіє природнім паралелізмом та дозволяє продуктивно обробляти великі обсяги даних.

Робота БСМ в значній мірі залежить від топології, тому для успішного розв'язання задачі слід визначити місце автономних елементів: сенсорних вузлів, мобільних роботів, інтелектуальних компонентів вимірювально-керуючих систем та інших складових БСМ систем електропостачання. Розглянемо гомогенні мережі, в яких використовують подібні вузли, та гетерогенні БСМ, що об'єднують різнотипний ресурс.

Для моделювання режимів роботи БСМ доцільно скористатись нечіткими відношеннями (fuzzy relation – fR), що дозволить на практиці змоделювати їх динамічний стан. Таке відношення визначає індикаторна функція

$$I_{fR}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \Psi_{fR}(u_1, u_2, \dots, u_n) : U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n \rightarrow Z = \langle Z, \Omega_Z \rangle,$$

де u_1, u_2, \dots, u_n - вхідні радіосигнали вузла; Z – поле, яке описує радіосигнали БСМ; Ω_Z – сигнатура, що містить базові операції.

Тоді відношення між радіосигналами fR , заданими на декартовому добутку ресурсу мережі визначатиме сукупність

$$\left\{ \begin{array}{l} ((u_1, u_2, \dots, u_n), I_{fR}(u_1, u_2, \dots, u_n)) : I_{fR}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \Psi_{fR}(u_1, u_2, \dots, u_n), \\ (u_1, u_2, \dots, u_n) \in U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n. \end{array} \right\}$$

Визначена модель дозволяє скористатися описом режимів роботи БСМ, включно з наявними загрозами та збурювальними чинниками.

Модель топології безпроводної сенсорної множини можна описати нечітким зваженим графом $fG(V, E, fV, fE)$ з множиною вершин $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, мітки яких задаються індикаторною функцією:

$$I_{fV} = \frac{v_2}{\sqrt{2}} + \frac{v_1}{\sqrt{2}} i.$$

Тоді ребра характеризуватиме такий декартів добуток: $E = (v_1 \times v_2)$. Комплексно значимі мітки визначатимуться функцією $I_{fE} = \frac{1}{2}(v_1, v_1) + \frac{1}{2}(v_1, v_2) + \frac{1}{2}(v_2, v_1) + \frac{1}{2} \exp(i\varphi)(v_2, v_2)$ нечіткого відношення.