

МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ІНТЕГРОВАНИХ В КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Шабатура Ю.В., Штельмах І.М.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, кафедра Метрології та
промислової автоматики
E-mail: info@sbsgroup.com.ua

Abstract

Shabatura U.V., Shtelmakh I.M. Modelling of the complex interaction of efficiency factors for computing systems integrated into computer networks An fuzzy model is developed for description of complex interaction of efficiency factors for computing systems integrated in computers networks.

Вступ. Сучасні обчислювальні системи інтегровані в комп'ютерні мережі (ОСІКМ) характеризуються надзвичайно великою складністю. Починаючи від найпростіших електронних магазинів, які обробляють запити декількох тисяч користувачів на місяць, та закінчуючи глобальними надскладними системами, що складаються з сотень розподілених серверів і обробляють запити сотень мільйонів користувачів, всі вони зазнають впливу такого числа факторів, що розгляд ефективності даних ОСІКМ в розрізі одного або кількох показників є неефективним.

Найпростіші системи, як правило, розташовуються на окремих серверах платного хостингу, та працюють паралельно з іншими системами, розділяючи з ними обмежені обчислювальні ресурси. Окрім того, такі системи мають обмежений бюджет і обслуговуються одним, або кількома адміністраторами. Прикладами таких систем є більшість сучасних сайтів, електронних магазинів, каталогів, порталів.

ОСІКМ середнього розміру розташовуються на декількох потужних серверах, опрацьовують запити сотень тисяч користувачів на місяць, мають розширений бюджет та цілодобову технічну підтримку від декількох десятків до кількох сотень спеціалістів. Тому значну роль в таких системах відіграє людський фактор, оскільки стабільність їх роботи досягається за умови злагодженої роботи персоналу та належної системної політики керування. Прикладом таких систем можна назвати українську систему онлайн-банкінгу «Приват-24», кількість постійних користувачів якої складає понад 30 000.

Найскладнішими є системи великого розміру, яскравим прикладом якої є пошукова система Google, яка включає за оцінками експертів понад 100 000 серверів, об'єднаних у кластери, які географічно розташовуються в різних частинах планети. Ця ОСІКМ регулярно збирає, обробляє та зберігає терабайти інформації на основі складних алгоритмів.

Таким чином, сучасні ОСІКМ постійно зазнають впливу багатьох факторів, тому покращення окремих характеристик, таких як пропускна здатність, швидкодія, зручність інтерфейсу, не обов'язково призводить до підвищення загальної ефективності системи в цілому, а в деяких випадках може призводити до невиправданих затрат, або погіршувати інші показники.

Мета дослідження. Метою дослідження є побудова моделі для комплексної оцінки взаємодії показників ефективності обчислювальних систем інтегрованих в комп'ютерні мережі.

Аналіз об'єкта дослідження та постановка задачі. Аналіз великої кількості ОСІКМ дозволив виділити такі групи показників ефективності: функціональність, швидкодія, пропускна здатність, надійність, оптимізація для пошукових систем, зручність користування, економічність. Однак, окремі показники ефективності є лише локальними, і не можуть охарактеризувати її ефективність в цілому. Саме тому пропонується об'єднати локальні групи показників у єдину комплексну систему оцінки ефективності ОСІКМ. На рис. 1 показано схему комплексної системи оцінки ефективності ОСІКМ.

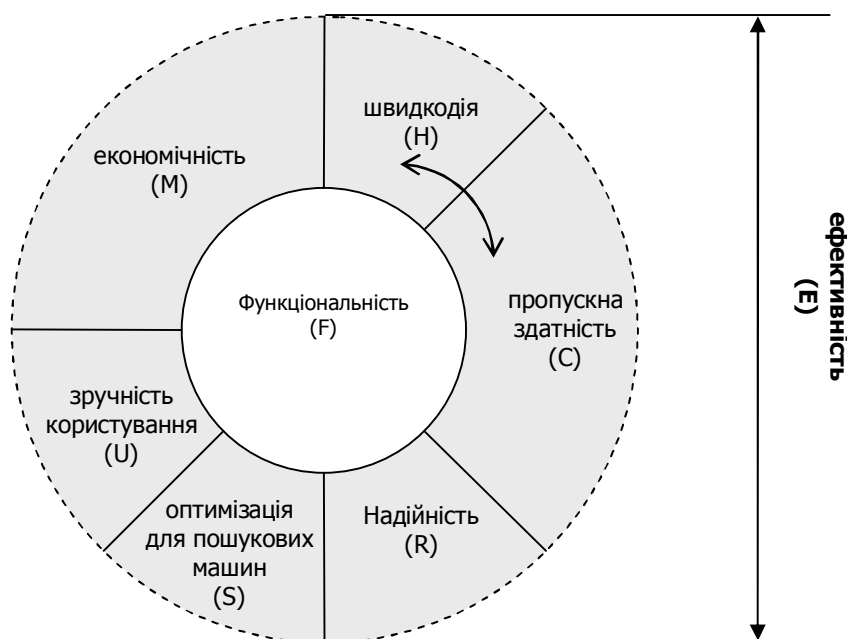


Рис. 1 - Схема комплексної системи оцінки ефективності ОСІКМ

Основною метою побудови тієї чи іншої обчислювальної системи є реалізація певних функцій. Здатність системи виконувати набір функцій, визначених в її описі і які задовольняють заданим потребам користувачів називають функціональністю. Таким чином функціональність можна вважати основним показником ефективності системи. Для ОСІКМ спостерігається пряма залежність між функціональністю та ефективністю, тому в загальній системі ефективності функціональність можна вважати її ядром.

Сектори, які оточують ядро системи є локальними показниками ефективності. Вони взаємодіють між собою, зміна розмірів одного сектора може впливати на розміри іншого, таким чином здійснюючи перерозподіл локальних значень ефективності, що в цілому призводить до зміни загальної ефективності у вигляді динамічно-змінюваного діаметра E в геометричній інтерпретації поданих на рис. 1.

В табл. 1 наведено характеристики локальних показників ефективності ОСІКМ а також існуючі способи їх покращення.

Табл. 1 - Характеристики локальних показників ефективності ОСІКМ та способи їх покращення.

Група показників	Показники	Способи покращення
Швидкодія	Середній час обслуговування можна розрахувати виходячи з закону Літла [1]: $T = \frac{E[N]}{H} = \frac{\rho^{K+1}(K\rho - K - 1) + \rho}{\lambda(1 - \rho^K)(1 - \rho)}$	Зменшення завантаження обчислювальних ресурсів
Пропускна здатність	Пропускна здатність H - це відносна частка виконаних запитів [1] $H = \lambda(1 - P_b)$	Збільшення потужності апаратного забезпечення та пропускних каналів
Надійність	Ймовірність відмов в обслуговуванні P_b еквівалентна ймовірності того, що в системі знаходиться кількість запитів, більша за її пропускну здатність [1] $P_b = P[N = K] = \frac{(1 - \rho)\rho^K}{(1 - \rho^{K+1})}$	Збільшення потужності апаратного забезпечення та пропускних каналів
Оптимізація для пошукових машин (SEO)	Згідно [2] оцінюється на основі кількості проіндексованих сторінок системи в пошуковому сервері	Застосування пошукової оптимізації, використання інтерфейсу читабельного пошуковими роботами
Зручність користування (Usability)	Оцінюється як відношення зручності інтерфейсу до його теоретично можливого рівня [3]	Використання технології AJAX
Економічність	Згідно [4] виділяють такі основні показники: - річний економічний ефект - ефективність одноразових затрат на вдосконалення системи - термін окупності одночасних затрат на	Зниження затрат на апаратне, програмне забезпечення та технічну підтримку

Локальні показники ефективності функціонування ОСІКМ знаходяться в тісному взаємозв'язку. Для одержання глобальної комплексної оцінки ефективності необхідно формалізувати ці взаємозв'язки у вигляді математичної моделі.

Сукупність груп локальних показників ефективності можна представити у вигляді множини:

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}, \quad (1)$$

де n - кількість груп локальних показників ефективності.

Окрім того, для кожного виду ОСІКМ характерним є розподіл важливості кожної окремої групи показників ефективності, тому доцільно ввести множину, яка описує ціну кожної групи показників ефективності у вигляді вагових коефіцієнтів:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}. \quad (2)$$

Як показано вище, локальні показники ефективності взаємодіють між собою, тобто зміна значення одного може збільшувати або зменшувати значення іншого показника ефективності. Для опису цих взаємозв'язків кожен групу показників ефективності можна представити вершиною графа, а зв'язок між двома показниками – ребром графа:

$$G(L, R) = \langle L, R \rangle, \quad (3)$$

де R - матриця суміжності, яка показує взаємозв'язок між показниками ефективності:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & & \dots & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Загальну ефективність системи можна представити як функцію від множини керуючих впливів на систему U , множини вагових коефіцієнтів P та матриці взаємозв'язку між показниками ефективності R :

$$E = f(U, P, R). \quad (5)$$

В локальному розрізі вплив покращення або погіршення певної характеристики виражений через множину U_a на загальний стан системи можна виразити через добуток матричних форм цих множин:

$$\Delta E = U_a \times P \times R. \quad (6)$$

Однак, зважаючи на те, що ОСІКМ є надзвичайно складними системами, а кількість факторів, які впливають на їх ефективність сягає сотень, побудова точної моделі ефективності ОСІКМ (5) є неможливою, оскільки неможливо визначити точно множину взаємозв'язків P , а також вагових коефіцієнтів R . Саме тому, в даній роботі розроблено ідею представлення даної функції у вигляді нечіткої логіко-лінгвістичної моделі на основі обробки знань спеціалістів які обслуговують ОСІКМ.

Суть побудови логіко-лінгвістичної моделі для вирішення задачі ідентифікації полягає в апроксимації залежності

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (7)$$

кожної вихідної лінгвістичної змінної від вхідних лінгвістичних змінних, та отримання висновку у вигляді нечіткої множини, яка відповідає поточним значенням входів з використанням нечіткої бази знань і нечітких операцій. Основу нечіткого логічного висновку складає композиційне правило Заде.

Суть задачі полягає у побудові моделі (7) яка описує залежність між вимірюваними та розрахованими параметрами $(x_1 \dots x_n)$ обчислювальної системи інтегрованої в комп'ютерну мережу та станом її функціонування в цілому (Y). Дана модель реалізується у вигляді системи нечіткого логічного висновку (СНЛВ). Для побудови нечіткої бази знань, необхідної

для створення та корекції моделі, система функціонує в режимі навчання (на рисунку показано пунктиром), при цьому експерти виконують завантаження динамічних веб-сторінок обчислювальної системи та описують стан системи, який вони спостерігають, відповідним термом, а отримані результати разом з вимірними параметрами зберігаються в таблиці бази даних системи нечіткої ідентифікації.

Процес отримання нечіткого рішення відбувається на основі трьох етапів:

1) Етап фазифікації. З допомогою функцій належності всіх термів вхідних лінгвістичних змінних і на основі заданих чітких значень з універсів вхідних лінгвістичних змінних визначаються міри впевненості в тому, що вихідна лінгвістична змінна приймає значення – конкретний терм. Цією мірою впевненості є ордината точки перетину графіка функції належності терма та прямої x .

2) Етап логічного висновку. На основі набору правил нечіткої бази знань обчислюється значення ймовірності випадку для кожного правила на основі конкретних нечітких операцій.

3) Етап композиції (агрегації). Всі нечіткі множини, визначені для кожного терма кожної вхідної лінгвістичної змінної об'єднуються разом і формується єдина нечітка множина для вихідного терма.

Функціональну схему системи нечіткого логічного висновку в спрощеному вигляді показано на рис. 2. За процедуру безпосереднього нечіткого висновку відповідає машина нечіткого логічного висновку, яка здійснює другий етап процесу виводу на основі заданої нечіткої бази знань, і етап композиції.

Входи та вихід моделі (7) будемо розглядати як лінгвістичні змінні, значення яких визначаються з терм-множин. Опишемо детально всі вхідні та вихідні змінні моделі.

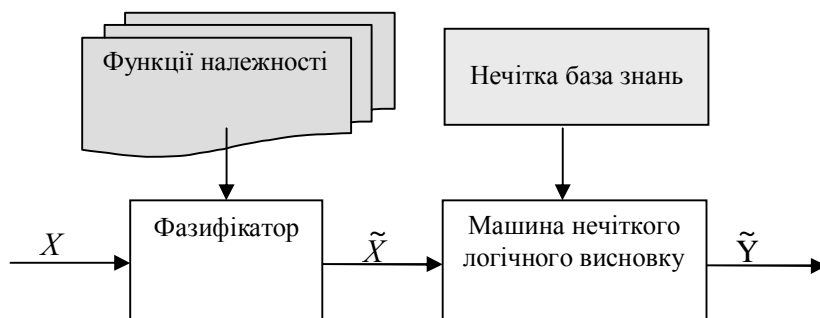


Рис. 2 – Функціональна схема системи нечіткого логічного висновку

Вихідна змінна \tilde{Y} – стан ефективності обчислювальної системи, описується терм-множиною {“Сильне збільшення”, “Збільшення”, “Без змін”, “Погіршення”, “Сильне погіршення”}.

Для формалізації термів пропонується використати симетричну гаусівську функцію належності

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-h)^2}{2c^2}}, \quad (8)$$

де x - елемент універсальної множини; h - параметр функції належності (координата максимуму); c - параметр функції належності (коефіцієнт концентрації). Вибір такого виду

функції належності обумовлено її гнучкістю та простотою – вона задається лише двома параметрами. Це дозволяє скоротити розмірність задачі оптимізації, яка виникає на етапі параметричної ідентифікації [4].

Функція нечіткого логічного висновку, на основі якої здійснюється ідентифікація:

$$\tilde{Y} = \sum_{\substack{i=1..I \\ j=1..J \\ k=1..K}} \sup \{ \sum_{\substack{i=1..I \\ j=1..J \\ k=1..K}} \inf \{ \mu(S_i), \mu(U_j), \mu(C_k) \} \} \cdot \quad (9)$$

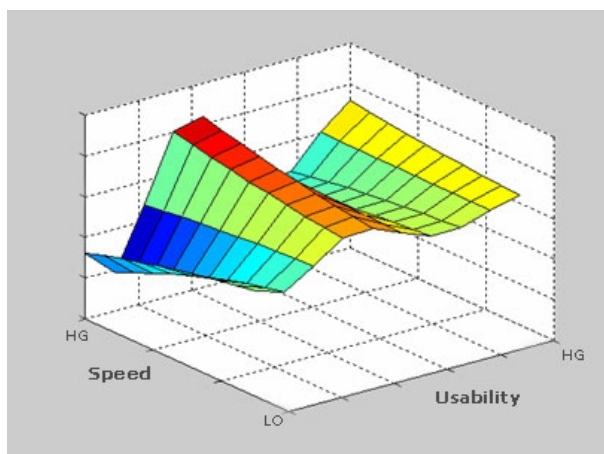


Рис. 3 – Графік залежності ефективності системи від зміни характеристик швидкодії та usability.

Формалізовано їх взаємозв'язки а також побудовано модель для розрахунку впливу покращення локального показника ефективності на глобальний стан ефективності системи.

2. Запропоновано та обґрунтовано використання нечіткої логіки для побудови моделі загальної ефективності ОСІКМ з врахуванням її нелінійності та високої складності.

3. Розроблено систему нечіткого логічного висновку, яка може буде використана при аналізі нових локальних методів покращення ефективності ОСІКМ.

Список використаних джерел

1. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1973. - 456 с.
2. Оценка внешних факторов сайта. <http://www.seokreativ.com.ua/2007/08/09/ocenka-vneshnix-faktorov-sajta/>.
3. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Draft International standard. ISO DIS 9241-11. September 1994.
4. Попова Т.К., Кусмарцева Н.В. Методические указания по расчёту экономической эффективности для дипломного проектирования по специальности 35.14.00 “Прикладная информатика”. Москва 2002
5. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница: УНИВЕРСУМ—Винница, 1999.— 320 с.