

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ АРХІТЕКТУРИ КОНВЕРГЕНТНОЇ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Abstract. The article deals with the problem of creation an effective architecture for information and communication systems, in particular for systems of situational management. The model of estimation of architecture efficiency based on optimization of parameters of components in the composition of a converged system is offered, taking into account the quantified (cardinal) values of requirements for this system. Additional conditions for the applicability of the proposed model are identified.

Вступ

Системна інженерія сфокусована на забезпеченні спільної роботи частин системи для досягнення загального призначення і базована на поєднанні практик, що застосовується у ряді суміжних галузей (зокрема, аерокосмічній та оборонній), які були використані як основа для стандартизованого підходу до управління життєвим циклом будь-якої складної системи. Отже, практики системної інженерії на даний час значною мірою ґрунтуються на евристичних методах. Поточні дослідження спрямовані на розвиток теоретичної основи для системної інженерії з врахуванням основних знань з різних джерел [1].

Системи ситуаційного управління (ССУ) орієнтовані на вирішення найрізноманітніших галузях діяльності. Різноманітність застосувань ССУ обумовлює необхідність врахування особливостей їх реалізації:

- змінюваність вимог;
- дотримання стандартів предметної сфери застосування;
- дотримання загальних стандартів будови інформаційно-комунікаційних систем (ІКС);
- забезпечення доступу до знань предметної області;
- поповнення і розширення знань за відповідними напрямками;
- розмежування процесів ситуаційного управління і організаційного управління;
- забезпечення підтримки адекватної проблемних задачам інфраструктури.

Врахування названих особливостей можливе на основі компонентного підходу до побудови ССУ та конвергенції технологій застосованих у предметній сфері використання. Компонентний підхід передбачає організацію середовища ситуаційного управління (СУ) на основі стандартних універсальних компонентів мережних технологій, систем управління базами даних і знань та спеціальних компонентів СУ.

Постановка задачі. Масштаб і функціональність ССУ визначається множиною вимог, які можуть визначати кількість користувачів, класи цільових проблем, робоче навантаження, потрібну продуктивність, об'єм та вміст баз даних і знань, системні вимоги тощо. В реальності необхідно враховувати також можливу територіальну віддаленість користувачів, наявну інфраструктуру та її технічні характеристики, вимоги, які стосуються результативності та ефективності СУ та інші специфічні для кожної окремої системи обмеження.

Модель оцінки ефективності архітектури. Задача створення архітектури конвергентної системи пов'язана з задоволенням вимог до її функціональності із забезпеченням ефективності реалізації [2]. Вимоги до сучасних інформаційно-комунікаційних систем (ІКС), в тому числі до ССУ, висуваються до сервісів відповідних типів спроможностей:

- інфраструктури;
- платформи;
- програмного забезпечення.

Вимоги виступають в якості обмежуючих факторів при реалізації ССУ потрібної функціональності і складають множину функцій-обмежень $R(r_i)$, де r_i – квантифіковані (кардинальні) оцінки параметрів вимог, $i=1, \dots, n$.

Наявні альтернативні можливості для задоволення вимог визначаються варіантами комбінацій сумісних компонентів при реалізації ССУ. Допустимість використання компонентів для задоволення відповідних вимог може бути визначена матрицею кваліфікацій $V=[v_{ij}]$ розмірності $m \times n$, де v_{ij} – ваговий коефіцієнт оцінки ефективності використання компоненти j для задоволення вимоги i . У найпростішому випадку (бінарному оцінюванні), якщо вимога i може бути задоволена компонентною j , то $v_{ij} = 1$, в іншому випадку $v_{ij} = 0$. Специфіка даної задачі полягає в тому, що для її вирішення проблематично використовувати методи прямого пошуку. Це пов'язано з тим, що допустимі значення і обмеження задаються не на неперервних функціях, а на множинах допустимих значень. Тому для вирішення такої задачі слід використовувати методи дискретної оптимізації. Отже, задача оцінки ефективності архітектури конвергентної ССУ може бути сформульована як задача дискретного програмування.

Потрібно визначити, які компоненти з заданою ефективністю використання c_j потрібно об'єднати у складі конвергентної архітектури ССУ для забезпечення оптимального значення цільової функції оцінки ефективності архітектури системи $f(c)$, де $c=(c_1, \dots, c_m)$, яка задовольняє множину вимог функцій-обмежень $R(r_i)$.

Пряма задача оцінки ефективності архітектури ССУ формулюється як задача мінімізації цільової функції витрат, пов'язаних з використанням композиції компонент у конвергентній системі:

$$Z = \min f(c), \quad (1)$$

яка повинна задовольняти системі квантифікованих вимог-обмежень:

$$\sum_{i=1}^n R(r_i) \geq H$$

Двоїста задача побудови ефективної архітектури визначається позитивним ефектом (максимальною функціональністю) від впровадження відповідної композиції компонент системи, і формулюється як задача максимізації функціональних характеристик системи:

$$H = \max R(r) \quad (2)$$

яка повинна задовольняти обмеженням вартості забезпечення цих характеристик:

$$\sum_{j=1}^m f(c_j) \leq Z$$

В обох випадках використовуються співставні показники ефективності кожної з компонент, які приймають участь в оцінюванні, і при необхідності частковий показник ефективності компонента приводиться до прийнятої основи оцінювання.

Задача оцінки ефективності архітектури ССУ в наведеному формулюванні геометрично інтерпретується, як задача пошуку оптимальної кількості вершин політопа (n -мірного багатогранника) [3]:

$$M(V, R) = \{x | Vx = R, x \geq 0\} \quad (3)$$

де $x = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{m1}, \dots, x_{mn})$.

Якщо на r_j і c_i накласти умови:

$$r_j = \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}, j = \overline{1, n} \quad (4)$$

$$c_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}, i = \overline{1, m} \quad (5)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ і } x_{ij} = 0 \text{ при } v_{ij} = 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

То задача (1) прийме вигляд

$$f(c) = f(x) = \sum_{i=1}^m f_i \left(\sum_{j=1}^n x_{ij} \right) \rightarrow \min, \quad (7)$$

на багатограннику $M(V, R)$, заданому обмеженнями (4)-(6).

Вектор рішення $x = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{m1}, \dots, x_{mn})$ буде вершиною багатогранника $M(V,R)$ лише тоді, коли в кожному j -му стовпчику матриці $x=[x_{ij}]$ розмірності $m \times n$ міститься один позитивний компонент, а решта компонентів дорівнює нулю. Отже, задача (7) стане еквівалентною задачі пошуку оптимальної комбінації

$$\min \{f(x_p) \mid p \in O_f\}, \quad (8)$$

де $O_f = \{p=(p_1, p_2, \dots, p_n) \mid v_{pj} > 0, j=1, \dots, n\}$

Для розв'язання задачі (8) використовується алгоритм впорядкування виборок з множини O_f за значенням міноранти:

$$g(x_p) = \sum_{j=1}^n d_{p_j j} \leq f(x_p), \quad (9)$$

де

$$d_{ij} = \frac{r_j f_i \left(\sum_{j \in J_i} \frac{r_j}{v_{ij}} \right)}{v_{ij} \sum_{j \in J_i} \frac{r_j}{v_{ij}}}, \quad J_i = \{j \mid v_{ij} > 0\}. \quad (10)$$

Використання запропонованої моделі оцінки ефективності архітектури системи вимагає попередньої квантифікації висунутих вимог і оцінки показників ефективності застосування альтернативних компонент для побудови ССУ.

Висновки. Запропонований підхід може бути використаний при визначенні композиції складових елементів для побудови конвергентної ССУ. Такий підхід може бути застосований для створення будь-яких складних інформаційних систем, які будуються шляхом інтеграції компонент різної функціональності для кожної з яких існують альтернативні варіанти реалізації.

1. Коваленко О.С. Системна інженерія та життєвий цикл систем // Електронне моделювання – 2018. – т. 40. – № 6. – С.61-82.
2. Kovalenko O. Efficiency of Corporate Electronic Learning. – Управленски, информационни и маркетингови аспекти на икономическото развитие на балканските страни: Сборник доклади от международна научна конференция. – 4 ноември 2005. – София: Университет за национално и световно стопанство. – 2005. – С.197-208.
3. Bunday Brian D. Basic Optimization Methods. – London: Edward Arnold Publishers, 1984.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3612232>

Поступила 2.09.2019р.