

УДК 519.766.2

Т.Г. Білова, І.О. Побіженко, В.О. Ярута

Харківська державна академія культури, Харків

ФОРМУВАННЯ ІЄРАРХІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОКАЗНИКІВ МОНІТОРИНГУ СКЛАДНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано підхід до формування ієрархічної структури показників моніторингу динамічних процесів у багаторівневих інформаційних системах. Визначено особливості прийняття колективних рішень та методи розв'язання конфліктів. Розглянуто проблеми агрегації показників та вимоги до проведення агрегації згідно рівням управління. Проведена оцінка трудомісткості та адекватності процедури агрегації показників.

Ключові слова: моніторинг, прийняття рішень, ієрархічна структура, агрегація показників, оцінка ефективності, умовна ентропія.

Вступ

Постановка задачі та аналіз досліджень. Основний засіб оцінки ефективності функціонування інформаційної системи – всебічне та системне проведення моніторингу її діяльності. Моніторинг є багатокроковою процедурою, він включає збір та аналіз інформації про об'єкт дослідження, яка отримана в результаті контролю за його функціонуванням; виявлення проблем та тенденцій розвитку; подальшу оцінку, визначення результативності та ефективності процесів, що відбуваються. Система моніторингу в складних ієрархічних системах передбачає динамічне виявлення проблем та їх усунення [1].

На даний момент бракує наукових досліджень відносно використання методів моніторингу, що добре себе зарекомендували, для відстеження та керування процесами в органах державної влади, де рішення приймаються колегіально з урахуванням великої кількості критеріїв, які можуть бути суперечливими. Тому актуальним є розробка основних принципів технології моніторингу, яка дозволить у реальному масштабі часу відстежувати стан виконання ділових процесів та своєчасно приймати ефективні управлінські рішення по їх коригуванню.

Мета та завдання дослідження. Метою даного дослідження є визначення основних принципів та напрямків використання технологій моніторингу для спостереження за динамічними процесами в складних ієрархічних інформаційних системах.

У відповідності з поставленою метою слід вирішити наступні завдання: проаналізувати основні принципи технології моніторингу діяльності органів державної влади та управління; виявити особливості прийняття рішень та проблемні питання формування ієрархічної структури показників моніторингу; оцінити трудомісткість та адекватність процедури агрегації показників.

Основна частина

В [2 – 4] розроблено основні принципи технології моніторингу документообігу для органів державної влади та управління, яку можна використовувати для відстеження виконання будь-яких ділових процесів в складних інформаційних системах. В основі технології лежать методи порівняльного аналізу між $A = \{a_{ij}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ (i – глибина рівня параметру, j – порядковий номер елементу на рівні) – системою параметрів, що контролюються, та $P_A = \{p_{ij}, k_{ij}\}$ – множиною показників якості елементів системи (p_{ij} – показник якості для об'єкту оцінки, a_{ij}, k_{ij} – значення показника якості p_{ij}).

Розглянемо основні принципи запропонованої технології. Згідно з [2] за допомогою експертних оцінок визначається вага кожного із показників моніторингу та формується ієрархія показників згідно рівням управління, передбачаючи майбутню процедуру їх агрегування та деталізації.

Процедура еволюційного синтезу показників ієрархічної системи моніторингу базується на одночасному схрещенні N елементів та одноітераційній процедурі породження потомків. Запропонований в [3] генетичний алгоритм дозволяє отримати набір параметрів для моніторингу, які відображують відповідний об'єкт функціонування, сумісні між собою та найбільш близькі до заданих вимог.

Наступним кроком є визначення процедури прийняття рішень при одноособному та колективному виборі. В першому випадку використовується метод аналізу ієрархій, який дозволяє визначити пріоритетність критеріїв для альтернативних рішень.

Недоліком цього методу є можливість отримати змішені результати у випадках, коли оброблюються твердження, засновані на упереджених поглядах експертів. Тому для його правильного викорис-

тання необхідна наявність незалежних експертів, обраних за процедурою, описану в [2].

Коллективний вибір рішень в системі моніторингу значно ускладнюється існуванням взаємно суперечливих вимог. Такий вибір містить задачу синтезу варіантів можливих рішень [4], кожне з яких представляє собою комбінацію альтернатив з різноманітних множин та наступну багатокритеріальну оцінку отриманих варіантів.

Узагальнено задача взаємного вибору на множині учасників пов'язана з пошуком такої комбінації суб'єктів, вимоги яких задовольняються найкращім образом. Для цієї комбінації значення узагальненої оцінки ступеню задоволення взаємних вимог суб'єктів буде максимальним. Для розрахунку узагальненого ступеню задоволення вимог використовується комбінований принцип компромісу «ефективність – рівність».

Розв'язання конфліктів при колективному прийнятті рішень передбачає виявлення конфліктів, розв'язання яких найбільш актуально, на основі оцінки міри збіжності вимог. Якщо міри збіжності нижче заданого порогу, власникам відповідних вимог радять змінити вимоги або їх вагові коефіцієнти, пропонуючи відповідну компенсацію за поступки. Така процедура дозволяє виявити та усунути можливі протиріччя, а також розгорнуто обґрунтувати рішення, що приймаються. Задачі синтезу показників для ієрархічної системи моніторингу є задачами прийняття рішень в умовах невизначеності. Для таких задач характерна багатоваріантність, а також багатокритеріальність, відкритість та адаптивність.

Оцінимо ефективність та трудомісткість запропонованої технології моніторингу. Розглянемо отриману в результаті використання технології моніторингу множину показників $A = \{a_{ij}\}$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$, яка відображує діяльність складної ієрархічної системи.

Згідно принципу «чорного ящика», будь-яку діяльність можна розглядати як процес перетворення вхідних параметрів у вихідні. Тоді агрегацію показників при переході з нижчого рівня на більш вищий рівень можна представити у вигляді перетворення:

$$A_i = \Psi(A_{i-1}), a_i = \psi_i(a_{(i-1)1}, \dots, a_{(i-1)m}), i = \overline{1, n}.$$

Тобто на концептуальному рівні Ψ – відображення декартового добутку множин значень $a_{(i-1)1} \times \dots \times a_{(i-1)m}$ в добуток $a_{i1} \times \dots \times a_{in}$. Відображення Ψ є агрегацією показників моніторингу.

Визначимо $A_\Psi \subseteq A$ – множину параметрів, що приймають участь в перетворенні Ψ :

$$(\forall a_{ij} \in A) \times \{(a_{ij} \in A_i) \vee (a_{ij} \in A_{i-1}) \rightarrow (a_{ij} \in A_\Psi)\},$$

тобто параметр приймає участь у процедурі агрегації, якщо він належить або до рівня агрегації i , або до нижнього від нього рівня $i-1$.

Для обліку часу виконання агрегації введемо витрати часу

$$T_\Psi = \{t_{\Psi_1}, \dots, t_{\Psi_m}\},$$

де $t_{\Psi_1}, \dots, t_{\Psi_m}$ – нормативний час виконання перетворень Ψ_1, \dots, Ψ_m відповідно.

Тоді загальний час виконання перетворень

$$T \geq \max\{t_{\Psi_1}, \dots, t_{\Psi_m}\}.$$

Для оцінки витрат праці та часу комп'ютерної обробки інформації перетворення Ψ будемо використати трудомісткість перетворення

$$Q_\Psi = \{q_{\Psi_1}, \dots, q_{\Psi_m}\},$$

де $q_{\Psi_1}, \dots, q_{\Psi_m}$ – трудомісткість перетворень Ψ_1, \dots, Ψ_m відповідно.

Визначимо кожне з Ψ_1, \dots, Ψ_m :

$$q_{\Psi_i} = \chi_\nu \sum_{j=1}^{\nu} t_j + \chi_\lambda \sum_{k=1}^{\lambda} t_k, i = \overline{1, m},$$

де ν – число виконавців, що приймають участь у процедурі перетворення; t_1, \dots, t_ν – витрати часу кожного з виконавців; λ – число звернень до прикладних програм; t_1, \dots, t_λ – витрати часу на виконання прикладних програм; χ_ν, χ_λ – вагові коефіцієнти, що залежать від специфіки діяльності (для органів державної влади та управління приймаються рівними 1 та 5 відповідно).

Тоді додаткова трудомісткість агрегації показників визначається як

$$Q = \sum_{i=1}^m q_{\Psi_i}.$$

Розглянемо вимоги до правильно проведеної процедури агрегації показників моніторингу:

1) показники нижнього рівня, що агрегуються, однозначно визначають результат агрегації:

$$(\forall a_{ij}, a'_i \in A_i, \dots, \forall a_j, a'_j \in A_{i-1}) \times [\{(a_i = a'_i) \vee (a_j = a'_j)\} \rightarrow \{\Psi(a_1, \dots, a_j) = \Psi(a'_1, \dots, a'_j)\}];$$

2) відсутність будь-яких значень показників рівню $i-1$ не дозволить отримати відповідний їм показник рівню i :

$$(\forall a_{ij} \in A_{i-1}) (\exists a_1 \in a_{i1}, \dots, a_n \in a_{in}) \times [\Psi(a_1, \dots, a_{ij}, \dots, a_n) \neq \Psi(a_1, \dots, a'_{ij}, \dots, a_n)];$$

3) існує обмеження на час агрегації

$$T \leq T_{\text{Nom}}.$$

Таким чином, процедуру агрегації можна представити як перетворення показників по визначеним

правилам з урахуванням вимог 1–3 до правильно проведеної агрегації.

Введемо поняття невизначеності агрегації, пов'язане з ентропією [5]. Ймовірність впливу показника рівню $i-1$ на показник рівню i сформулюємо наступним чином:

$$P_{i,i-1} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } a_{(i-1)j} \text{ не впливає на } a_i; \\ 1, & \text{якщо } a_i \text{ повністю визначається } a_{(i-1)j}; \\ \frac{1}{n}, & \text{якщо } a_i \text{ залежить від } a_{(i-1)j} \\ & \text{та від } n-1 \text{ інших показників.} \end{cases}$$

Невизначеність показника рівня i можна визначити за допомогою умовної ентропії:

$$H_x(a_i) = - \sum_{i,j}^{m,n} a_{(i-1)j} \log p(j),$$

где $p(j)$ – ймовірність невизначеності j -го показника.

Умовну ентропію можна розглядати як показник втрати інформації в процесі агрегування та встановити поріг, який вона не повинна перебільшувати.

Адекватність запропонованої процедури агрегації показників моніторингу визначається традиційним представленням перетворення у вигляді «чорного ящика» та контролем процесу агрегування показників на кожному рівні управління.

Результатом агрегації показників є набір параметрів, який дозволяє спостерігати за динамікою процесів, що протікають на об'єкті, за яким ведеться спостереження, та своєчасно отримувати інформацію, необхідну для прийняття якісних управлінських рішень.

Висновки

Таким чином, використання технологій моніторингу для відстеження динамічних процесів в складних ієрархічних інформаційних системах

дозволить підвищити ефективність управління в органах державної влади. Запропонована методика дозволяє оцінити трудомісткість та якість агрегації показників, визначити їх адекватність процесам, що мають місце на об'єкті моніторингу, а також встановити міру невизначеності та втрати інформації при переході на вищій рівень управління.

Подальші дослідження у даному напрямку повинні охоплювати питання запобігання втратам інформації та уточнення процедури формування висновків за розробленими моделями.

Список літератури

1. Задорожна Н.Т. Підхід до проектування систем моніторингу як складової інформаційних технологій підтримки діяльності органів державного управління [Текст] / Н.Т. Задорожна, О.О. Каплун, Т.В. Кузнецова // Проблеми программування. – 2002. – № 1-2. – С. 368-377.
2. Білова Т.Г. Формування основних показників для ієрархічної системи моніторингу документообігу [Текст] / Т.Г. Білова, В.О. Ярута, І.О. Побіженко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Х., 2013. – № 16 (989). – С. 49-52.
3. Білова Т.Г. Технологія моніторингу документообігу у складних ієрархічних інформаційних системах [Текст] / Т.Г. Білова // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 2 (109). – С. 116-119.
4. Білова Т.Г. Методи прийняття рішень в системі моніторингу документообігу [Текст] / Т.Г. Білова, І.О. Побіженко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 4 (111). – С. 57-60.
5. Асеев Г.Г. Концепція математической модели информационных потоков электронного взаимодействия в документообороте [Текст] / Г.Г. Асеев, Т.Г. Белова // Вісник Нац. техн. ун-ту «Харк. політехн. ін-т». Темат. вип. Системн. аналіз, управління та інформ. технології. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – № 6. – С. 161-168.

Надійшла до редколегії 22.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Г. Асеев, Харківська державна академія культури, Харків.

ФОРМИРОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА СЛОЖНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Т.Г. Белова, И.А. Побеженко, В.А. Ярута

Предложен подход к формированию иерархической структуры показателей мониторинга динамических процессов в многоуровневых информационных системах. Определены особенности принятия коллективных решений и методы разрешения конфликтов. Рассмотрены проблемы агрегации показателей и требования к проведению агрегации согласно уровням управления. Проведена оценка трудоемкости и адекватности процесса агрегации показателей.

Ключевые слова: мониторинг, принятие решений, иерархическая структура, агрегация показателей, оценка эффективности, условная энтропия.

FORMATION OF MONITORING INDICATORS OF THE HIERARCHICAL STRUCTURE OF COMPLEX INFORMATION SYSTEM

T.H. Belova, I.O. Pobizhenko, V.O. Yaruta

An approach to the formation of the hierarchical structure of indicators for monitoring dynamic processes in the multi-level information systems. The features of collective decision-making and conflict-resolution techniques. The problems of aggregation of indicators and requirements for aggregation according to management levels. An assessment of the adequacy of the process and the complexity of the aggregation of indicators.

Keywords: monitoring, making decision, hierarchical structure, aggregation of indicators, performance evaluation, conditional entropy.