

ОЦІНКА СКЛАДНОСТІ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

к.т.н. О.А. Серков
(подав проф. В.О. Кравець)

Отримано кількісний вимір складності моделі, що дало змогу оцінити рівень складності інформаційних систем при їх реконфігурації чи деградації, а також розробити методи спрощення систем, зберігаючи при цьому їх найбільш суттєві риси та характеристики.

Розробка нового класу тактичного озброєння – так званої радіочастотної зброї, передбачає виводити з ладу практично усі види зброї, до складу якої входить електроніка. Відстань дії цієї зброї складає від десятків до кількох сотень кілометрів [1]. Причому, до пріоритетних об'єктів для поразки на таких відстанях відносять головки самонаведення, радіопідривачі та інші елементи високоточної зброї. Особливо ефективно її використання у комплексній системі боротьби з високоточною зброєю. Таким чином ці розробки слід віднести до ключових технологій, які визначають рівень розвитку перспективної зброї. Це відкриває реальні перспективи виникнення принципово нового напрямку радіоелектронної боротьби – функціональної поразки інформаційних систем електромагнітним випромінюванням. Однак створення засобів функціональної поразки одночасно стимулює дослідження у альтернативній галузі – захисту інформаційних систем озброєння від впливу електромагнітних випромінювань. Інакше кажучи, виникає необхідність розробки методів створення живучих інформаційних систем та електронних пристроїв, які надійно працюють в умовах дії засобів функціональної поразки.

Така якість систем як «живучість» передбачає можливість реконфігурації систем з одного боку за рахунок деградації окремих її складових під впливом електромагнітних випромінювань, а з іншого – утворення нових елементів та зв'язків шляхом підключення резервних. В обох випадках виникає необхідність визначення кількісного критерію складності як самої системи, так і моделі, що адекватно відображає у цілому цю систему. Таким чином, визначення рівня складності є важною та актуальною задачею, без вирішення якої неможливо розробляти методи реконфігурації систем з метою підвищення їх живучості, зберігаючи при цьому найбільш суттєві риси та характеристики.

Незважаючи на тип системи, складність повинна бути пропорційна обсягу інформації, що необхідна для опису цієї системи. Одним із способів опису є оцінка кількості елементів, що входять до системи, та різноманіття зв'язків між ними [2]. У той же час моделі, які найбільш повно та зручно відобра-

жають аспекти еволюції систем зручно представляти у вигляді графо - аналітичних структур, у яких вершинами є елементи систем, а ребра відображають різноманіття зв'язків між ними. При цьому формально виникає задача оцінки складності графа. Таким чином необхідно знайти функцію

$$C = f(n, t, m, k, p), \quad (1)$$

де n – число вершин графа; t – число типів вершин графа; m – число ребер; φ – число типів ребер; p – число різних ступенів графа.

Ця функція повинна задовольняти ряду умов. Однією з умов є те, що область визначення функції повинна співпадати з множиною негативних чисел. У той же час, функція повинна монотонно зростати від кількості вершин, ребер та числа їх типів. Причому, враховується, що одне неорієнтоване ребро дорівнює двом орієнтованим ребрам. Крім того, функція повинна містити інформаційну міру різноманіття множини.

Абстрагуючись від якості складових елементів, пропонується складність C вимірювати числом його елементів n , а різноманіття елементів враховувати за допомогою формули ентропії, яка використовується у статистичній теорії інформації. При цьому приймається до уваги, що імовірність p_i виникнення i -го елемента визначається співвідношенням

$$p_i = n_\mu / n,$$

де n_μ – кількість елементів μ -типу, до якого відноситься i -й елемент.

Виходячи з цього пропонується наступна кількісна міра складності графа:

$$C = n \left(1 - \sum_{\mu=1}^t (n_\mu / n) \log_2 (n_\mu / n) \right). \quad (2)$$

При цьому повинні виконуватися наступні умови:

$$n=0 \Rightarrow C=0; m=0 \Rightarrow C = n \left(1 - \sum_{\mu=1}^t \left(\frac{n_\mu}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_\mu}{n} \right) \right); m=0 \& t=1 \Rightarrow C=n; \quad (3)$$

З урахуванням прийнятих припущень, кількісна міра складності системи (2) має наступний вигляд:

$$C = n \left(1 - H_n^t - H_m^\varphi - H_n^k \right), \quad (4)$$

$$\text{де } H_n^t = \sum_{\mu=1}^t \left(\frac{n_\mu}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_\mu}{n} \right); H_m^\varphi = \sum_{\beta=1}^\varphi \left(\frac{m_\beta}{m} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{m_\beta}{m} \right); H_n^p = \sum_{\lambda=1}^p \left(\frac{n_\lambda}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_\lambda}{n} \right) -$$

ентропійні міри різноманітності імен вершин, ребер та ступенів вершин графа відповідно; n_μ – число вершин одного найменування; m_β – число ребер одного типу; n_λ – число вершин одного ступеню.

Практичне використання запропонованого критерію складності (4) розглянуто на прикладах (рис. 1 – 3), а отримані результати зведені до табл. 1.

Висновки. Аналіз результатів, що наведені у таблиці, дозволяє зро-

бити висновок про можливість використання запропонованого кількісного критерію складності графової моделі системи як для оцінки складності зовнішнього функціонування, коли враховуються кількість та різноманіття

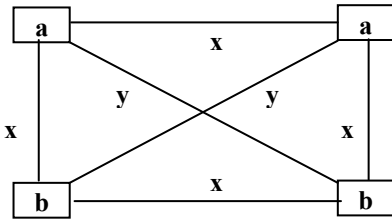


Рис. 1. Приклад 1

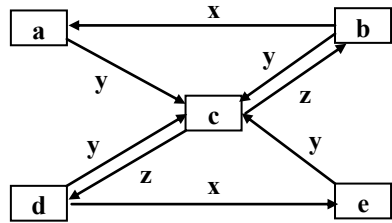


Рис. 2. Приклад 2

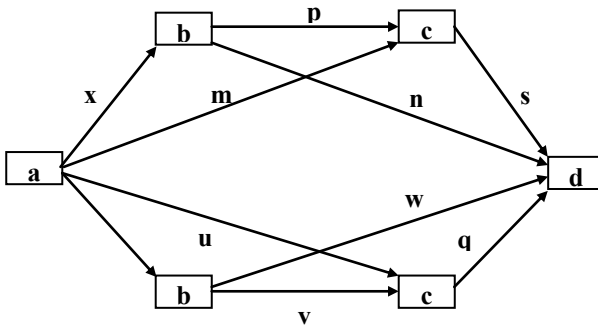


Рис. 3. Приклад 3

Таблиця 1

Аналіз прикладів практичного використання критерію

| № прикладу | n | t | m | φ | p | C |
|------------|---|---|----|----|---|-------|
| 1 | 4 | 2 | 12 | 2 | 1 | 11,67 |
| 2 | 5 | 5 | 8 | 4 | 3 | 33,76 |
| 3 | 6 | 4 | 10 | 10 | 2 | 42,95 |

зв'язків системи з об'єктами зовнішнього середовища, так і для визначення рівня складності систем, що виникають за результатами деградації (еволюції) під час використання засобів функціональної поразки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панов В.В., Саркисян А.П. Некоторые аспекты проблемы создания СВЧ-средств функционального поражения // Зарубежная радиоэлектроника. – 1993. – № 10 - 12.
2. Клар Дж. Системология. Анализ решения системных задач: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, – 1990. – 544 с.

Поступила 14.05.2002

СЕРКОВ Олександр Анатолійович, канд. техн. наук, ст. наук. співр., доцент ка-

федри «Системи інформації» НТУ «ХПІ». У 1972 році закінчив ХПІ. Область наукових інтересів – проблеми живучості інформаційних систем.