

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ БЕЗДРОТОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ

Якорнов Є.А., Цуканов О.Ф.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: yakornov@its.kpi.ua

Determine the effectiveness of routing protocols of the wireless sensor network

The method of determination of general index of efficiency of protocols is offered routing of wireless sensory networks (WSN), which does not need bringing in of experts by the account of partial indexes after the different scales of influence on the basis of the use of weigher coefficients of Fishbern.

Задача визначення загального показника ефективності протоколів маршрутизації БСМ відноситься до загальновідомого кола задач оцінки ефективності складних технічних систем [1]. В роботі запропоновано метод визначення загального показника ефективності шляхом векторної оптимізації часткових показників ефективності протоколів маршрутизації за різних умов моделюванні їх роботи. Сутність метода полягає в побудові ряду з вагових коефіцієнтів часткових показників ефективності БСМ a_i за умов:

$$a_1 < a_2 \dots < a_N, \quad a_{i+1} - a_i = const, \quad \sum_{i=1}^N a_i = 1.$$

де a_i — вагові коефіцієнти Фішберна — раціональні дроби, в знаменнику яких стоїть додаток арифметичної прогресії перших членів натурального ряду з кроком 1, а в чисельнику - убутні на 1 значення натурального ряду від N до 1 (наприклад, $3/6$, $2/6$, $1/6$ в сумі дають одиницю). Тоді сума отриманих чисельників є спільним знаменником дробів Фішберна [2]: Перевага по Фішберну визначається в зменшенні на одиницю чисельника раціональної дробу вагового коефіцієнта відповідного показника ефективності.

Часткові показники ефективності F_i	a_1	a_2	a_3	a_4
$F_1 \approx F_2 \approx F_3 \approx F_4$	1/4	1/4	1/4	1/4
$F_1 > F_2 \approx F_3 \approx F_4$	2/5	1/5	1/5	1/5
$F_1 \approx F_2 > F_3 \approx F_4$	2/6	2/6	1/6	1/6
$F_1 \approx F_2 \approx F_3 > F_4$	2/7	2/7	2/7	1/7
$F_1 > F_2 > F_3 \approx F_4$	3/7	2/7	1/7	1/7
$F_1 > F_2 \approx F_3 > F_4$	3/8	2/8	2/8	1/8
$F_1 \approx F_2 > F_3 > F_4$	3/9	3/9	2/9	1/9
$F_1 > F_2 > F_3 > F_4$	4/10	3/10	2/10	1/10

При моделюванні сенсорних мереж за допомогою TOSSIM [3] або подібних засобів моделювання спостерігається висока ступень адекватності моделі до реальної поведінки мережі. Дані засоби, фактично, розроблені для випробування програмних чи протокольних рішень без фактичного використання обладнання, що економічно виправдано, особливо при моделюванні великомасштабних мереж.

Метод аналізу полягає у побудові на основі даних моделювання векторів величин для різних протоколів маршрутизації. Такими величинами являються досліджувані параметри, а саме часткові показники ефективності БСМ, зокрема такі, що характеризують: енергоспоживання, пропускну здатність, затримку і т. п. При цьому, вектор часткових показників ефективності є функцією від наступних параметрів БСМ: кількості вузлів в мережі, щільності розміщення вузлів, умов розповсюдження радіохвиль і протоколу маршрутизації.

Спочатку визначаємо часткові показники ефективності БСМ. При цьому вектор часткових показників ефективності $I_n = [x_1, x_2 \dots x_n]$ замінюється нормованим вектором $I_n^* = [x_1^*, x_2^* \dots x_n^*]$, де $x_i^* = \frac{x_i}{x_{N_i}}$ – нормовані безрозмірні значення величин, x_{N_i} – нормуючі величини, за які можуть бути прийняті будь-які співрозмірні величини. Для зручності приймаються значення із вектора I_n^* , що також є результатом моделювання, але для попередньо обраного протоколу маршрутизації, за нормуючі значення приймаються величини для протоколу Directed diffusion.

Далі нормований вектор множиться на вектор стовпець вагових коефіцієнтів [2] $A = (\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n)^T$, де α_i – вагові коефіцієнти Фішберна, що визначає важливість конкретного критерія при дослідженні. Знак α_i визначається в залежності від напрямку оптимізації: у випадку необхідності максимізації критерія знак «+» і в разі необхідності мінімізації. Після перемноження векторів I_n^* та A отримуємо скалярну безрозмірну величину S , яка характеризує загальний показник ефективності протоколу маршрутизації БСМ:

$$S = I_n^* \times A = [x_1^*, x_2^* \dots x_n^*] \times [\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n] = \alpha_1 x_1^* + \alpha_2 x_2^* + \dots + \alpha_n x_n^* \\ = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i^*.$$

В роботі пропонується використовувати множину точок моделювання, одразу для кількох параметрів для кожного окремого протоколу маршрутизації. Таким чином, порівнюючи дані - множини для різних протоколів та шукаючи їх перетини, можна визначити діапазони оптимальних параметрів часткових показників ефективності для застосування конкретного протоколу маршрутизації БСМ.

Для визначеного протоколу маршрутизації БСМ за результатами моделювання будується функція загального показника ефективності протоколу маршрутизації БСМ $S(\gamma_k)$, $k = \overline{1, m}$, де m – кількість вхідних параметрів, а

γ_k – вектор вхідних параметрів: кількість вузлів, щільність вузлів і т. п., крім протоколу маршрутизації. в.

Таким чином, результатом розрахунків методу аналізу є сукупність функцій багатьох змінних:

$$S_j(\gamma_k) = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{ij}(\gamma_k),$$

де j – індекс, що відповідає певному протоколу маршрутизації $j = \overline{1, J}$,

J – кількість протоколів маршрутизації що аналізуються;

$x_{ij}(\gamma_k)$ – результат моделювання i – того часткового показника ефективності БСМ (енергоспоживання, затримка, продуктивність і т. п.) для j -го протоколу маршрутизації із J – розглядуваних змінних часткових вхідних параметрів γ_k ; $k = \overline{1, K}$, де K – кількість змінних вхідних параметрів.

Імітаційне моделювання з метою визначення загального показника ефективності БСМ здійснювалось для двох основних параметрів БСМ: величина кроку вузлів та кількості вузлів БСМ.

Результати надаються у вигляді тривимірних графіків залежності загального показника ефективності $S_j(\gamma_k)$ j - го протоколу маршрутизації від кроку вузлів s_{vz} та кількості вузлів t_{vz} БСМ:

$$S_j(\gamma_k) = GR(s_{vz}, t_{vz})$$

Залежності тільки від двох параметрів дозволяють візуально визначити екстремальне значення загального показника ефективності БСМ. Крім того, в порівнянні з відомими методами експертної оцінки запропонований метод не потребує пошуку експертів та дозволяє отримати результат розташований між методами Гаусса-Лапласа та мінімаксім [4]. Таким чином, запропонований метод може бути успішно застосований для аналізу ефективності протоколів маршрутизації БСМ.

Література

1. Антонова А.А. Оценка эффективности протоколов динамической маршрутизации при передаче потокового видео// Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.2. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-36.
2. Постников В. М.1 , Спиридонов С. Б. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 06. С. 267–287. DOI:10.7463/0615.0780334.
3. P. Levis, N. Lee, M. Welsh, and D. Culler. TOSSIM: Accurate and Scalable Simulation of Entire TinyOS Applications, Proceedings of the First ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2003).
4. “Understanding the protocols underlying dynamic routing”. CNET Networks, Inc. Retrieved p.10-17, 2008.