

## ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ІНІЦІАЛІЗАЦІЇ ЦЕНТРІВ КЛАСТЕРІВ В БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Під безпроводною сенсорною мережею (БСМ) розуміється розподілена мережа безлічі сенсорів і виконавчих пристроїв, що взаємодіють між собою за допомогою радіоканалу. Як правило, БСМ застосовується для збору даних з пристроїв, оснащених сенсорами: датчиком рентгенівського випромінювання, вологості, температури, освітленості і т. п. По організації БСМ відносяться до мереж, що самоорганізуються, тобто до мереж, що складаються з випадкового, постійно змінного числа вузлів і зв'язків між вузлами, які повинні адаптивно підстроюватися для виконання своїх функцій [1].

Такі важливі характеристики мережі як час життя БСМ, зв'язність мережі сенсорів і коефіцієнт покриття мережею залежать від якості кластеризації БСМ і вибору головного вузла кластера [1-3].

У роботі оцінюється якість кластеризації методом k-середніх при використанні різних методів ініціалізації центрів кластерів для безпроводної сенсорної мережі.

Одним з найбільш поширених показників якості кластеризації є сума середніх внутрішньокластерних відстаней, причому вона має бути якомога менше:

$$\Phi_0 = \sum_{y \in Y} \frac{1}{|K_y|} \sum_{i: y_i = y} \rho^2(x_i, \mu_y) \rightarrow \min,$$

де  $K_y$  – кластер з номером  $y$ , що містить  $|K_y|$  вузлів,  $\rho(x_i, \mu_y)$  – відстань між вузлом  $x_i$  і центром  $y$ -го кластера  $\mu_y$ .

Сума міжкластерних відстаней при цьому має бути якомога більше:

$$\Phi_1 = \sum_{y \in Y} \rho^2(\mu_y, \mu) \rightarrow \max,$$

де  $\mu$  – центр мас всієї вибірки вузлів БСМ.

Зазвичай обчислюють відношення пари показників  $\Phi_0$  і  $\Phi_1$ , щоб врахувати як міжкластерні, так і внутрішньокластерні відстані:

$$\Phi_0 / \Phi_1 \rightarrow \min.$$

Алгоритм k-середніх залежить від вибору числа кластерів  $k$  і у край чутливий до вибору початкових наближень центроїдів кластерів.

Одним з широко використовуваних методів ініціалізації центрів кластерів є випадковий метод – k центроїдів кластерів визначаються випадково вибраними вузлами мережі (спосіб 1).

Для ініціалізації центрів кластерів БСМ пропонується використовувати отримані в обчислювальному експерименті їх точніші оцінки (спосіб 2).

У таблиці 1 приведений результат кластеризації алгоритмом k-середніх для  $k=2$  для сенсорного поля ширини  $A=250$  і висоти  $B=500$  (100 разів генерувалася мережа з 500 вузлів з координатами рівномірно розподіленими в області сенсорного поля). Ініціалізація центрів кластерів виконувалася двома способами:

- спосіб 1 – випадковим чином в прямокутнику ширини  $A$  і висоти  $B$ ;
- спосіб 2 – випадковим чином в двох квадратах симетрично розташованих в прямокутному сенсорному полі.

Таблиця 1 Середнє число пересчетів центроїдів  $g$

	Спосіб 1	Спосіб 2
$g$	6,12	3,80

Кластеризація при ініціалізації центроїдів способами 1 і 2 показала приблизно рівні значення усередненої суми середніх внутрішньокластерних відстаней  $\Phi_0$ , усередненої суми міжкластерних відстаней  $\Phi_1$  і їх відношення. При цьому середнє число пересчетів центроїдів  $g$  при їх ініціалізації способом 1 приблизно в 1,61 разу більше, ніж при ініціалізації способом 2.

Перспективним напрямом подальших досліджень може бути розробка методів ініціалізації центрів кластерів залежно від форми сенсорного поля, числа кластерів і законів розподілу вузлів в цьому полі.

### Список використаних джерел

1. Xing X., Wang G., Li J. A square-based coverage and connectivity probability model for WSNs, International Journal of Sensor Networks, 2015, Vol. 19, No. 3/4, pp.161 – 170.
2. Шостак А.В. Оценка вероятности связности беспроводной сенсорной сети – Системи управління, навігації та зв'язку. – 2017. Випуск 2(42), Харків. – С. 158-160.
3. Шостак А.В. Оценка коэффициента покрытия беспроводной сенсорной сети – Сучасні інформаційні системи. – 2018. Том 2, № 2, Харків. – С. 74-77.