

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Валуйський С.В., Горбатенков О.В.

Інститут телекомунікаційних систем КІІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: ALexs_zet@mail.ru

Analysis of clustering methods in Wireless Sensor Networks

This paper provides comparison analysis of clustering methods in Wireless Sensor Networks such as LEACH, PEGASIS, HEED, TEEN, APTEEN. TEEN and APTEEN are optimal for networks with long intervals between data gathering. LEACH, HEED, PEGASIS provide longer life time of sensors.

Безпроводні сенсорні мережі – самоорганізуючі мережі, що складаються із n -ї кількості автономних сенсорів (сенсорних вузлів / nodes, надалі просто вузлів), об'єднаних через радіоканал. Метою мережі є моніторинг параметрів навколишнього середовища, таких як: температура, шум, тиск, рух тощо. Вузли мають обмежені технічні параметри: енергоресурс, діапазон передачі, можливості по передачі і обробці даних.

Всі вузли мережі діляться на кластери (групи). Кожним кластером управляє спеціальний вузол (головний вузол), що відповідає за координацію передачі та маршрутизації зібраних даних в своєму кластері. Об'єднання в кластери дозволяє продовжити «життя» мережі.

Low energy adaptive clustering hierarchy (LEACH)[6]. На початку роботи LEACH вузли самоорганізуються в кластери, кожен вузол пропонує себе як головний вузол кластера, але з деякою вірогідністю. Після вибору головного вузла кластера (ГВК), інші вузли починають передавати дані своєму ГВК. Таким чином утворюються кластери із головними вузлами що оброблюють і передають дані на базову станцію (сервер, ПК приймач). Періодично в LEACH проводить перевибір ГВК на основі енергетичних показників вузлів. В результаті чого відбувається процес перекластеризації, що необхідно для розподілення навантаження в мережі.

Power Efficient Gathering in Sensor Information Systems (PEGASIS)[1]. PEGASIS це розширення протоколу LEACH, який формує ланцюжки із вузлів (рис. 1.) замість кластерів в LEACH так, щоб кожен вузол передавав і отримував інформацію від сусідів. При такому розподілі один з вузлів обирається для передачі інформації на базову станцію (сервер, ПК, приймач). Дані агрегуються і передаються від вузла до вузла поки не доходять до базової станції (сервера, ПК, приймача).

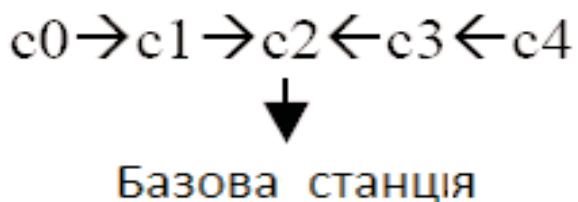


Рис. 1. Маршрутизація в PEGASIS.

Hybrid, Energy Efficient Distributed Clustering (HEED) [2,3]. HEED розширяє протокол LEACH використовуючи енергію вузла або щільність в якості метрики для вибору кластера. У відповідності із алгоритмом в HEED, періодично проводить перевибір ГVK на основі комбінації двох параметрів кластеризації. Основний параметр - енергія кожного вузла, вираховується при вирахуванні присвоєння вузлу статусу ГVK і другий параметр – внутрішньо-кластерна вартість або рівень вузла (кількість безпосередніх сусідів, сусідніх вузлів). Основний параметр використовується для початкового вибору вузлів, а другий для того щоб розірвати зайві зв'язки із вузлами. Кластеризація HEED продовжує «життя» мережі краще ніж LEACH тому, що останній невпорядковано обирає ГVK, відповідно і розмір кластера що приводить до значного використання енергії.

Threshold Sensitive Energy Efficient Sensor Network Protocol (TEEN)[5,7]. TEEN являється ієрархічним протоколом кластеризації, що групує сенсори в кластери із вибором ГVK. При цьому використовується декілька рівнів кластерів зі своїми ГVK відповідно (рис. 2). Кожен з яких агрегує і передає данні до ГVK вищого рівня. На останньому рівні ГVK передає інформацію на базову станцію (сервер, ПК, приймач). З особливостей TEEN – він не підходить для мереж де є необхідність в постійному оновленні даних, так як передача даних забирає більше енергії ніж процес збору інформації, користувач ризикує взагалі не отримати інформацію.

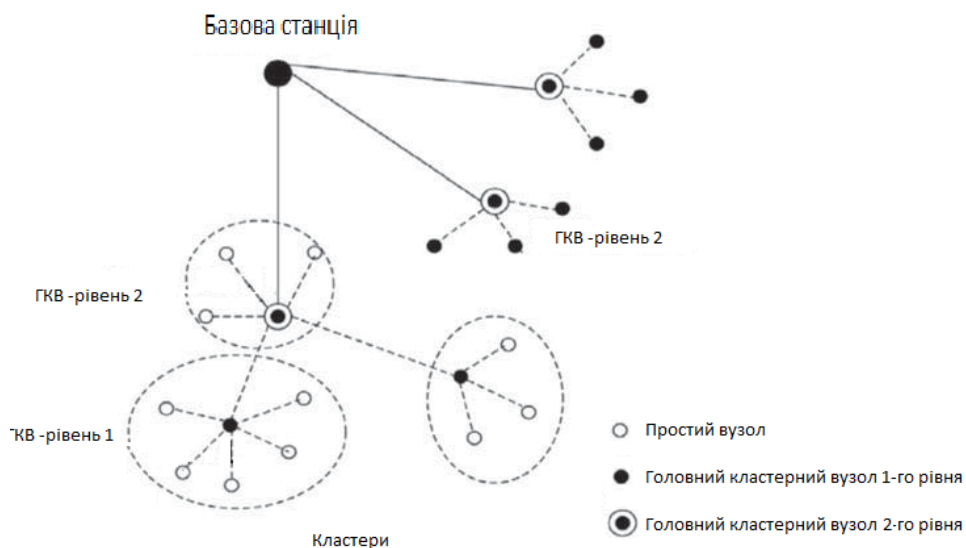


Рис. 2. Ієрархічна модель основана на кластеризації.

Adaptive Periodic Threshold Sensitive Energy Efficient Sensor Network Protocol (APTEEN). APTEEN — гібридний, оснований на кластеризації протокол маршрутизації, що являє собою модернізовану версію протоколу TEEN. В протоколі вузли періодично передають свої данні й реагують на будь-

яку раптову зміну вимірюваного параметра. Архітектура APTEEN така ж сама як і в TEEN, використовуючи концепцію ієрархічної кластеризації для забезпечення енергоефективного зв'язку між вузлами й приймачем (базовою станцією, сервером, ПК). APTEEN підтримує 3 різних запити, а саме: історичний – для аналізу попередніх значень даних; запит для забезпечення представлення мережі; постійні запити для моніторингу подій на заданому проміжку часу. APTEEN гарантує більш низьке енергоспоживання і більшу кількість діючих вузлів ніж TEEN [8].

Як підсумок, робимо висновок, що ієрархічні протоколи, такі як *TEEN* чи *APTEEN*, краще використовувати для мереж, де збір даних відбувається у моменти часу з досить великими інтервалами часу або при значній зміні цих параметрів. В той час такі протоколи як *LEAC*, *HEED*, *PEGASIS* періодично змінюють кластери та ГВК, що дає найдовший «час життя» мережі навіть при постійному моніторингу параметрів.

Література

1. *W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H.Balakrishnan*, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks" in *IEEE Transactions on Wireless Communications* (October 2002), vol. 1(4). Pp. 660-670.
2. *S. Lindsey and C.S. Raghavendra*, "PEGASIS: Power-efficient Gathering in Sensor Information System", *Proceedings IEEE Aerospace Conference*, vol. 3, Big Sky, MT, Mar. 2002, Pp. 1125-1130.
3. *Ossama Younis and Sonia Fahmy*, "Distributed Clustering in Ad-hoc Sensor Networks: A Hybrid, Energy-efficient Approach", September 2002.
4. *Manjeshwar and D. P. Agrawal*, "APTEEN: A Hybrid Protocol for Efficient Routing and Comprehensive Information Retrieval in Wireless Sensor Networks", in the *Proceedings of the 2nd International Workshop on Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile computing*, San Francisco CA, April 2001. Pp. 2009-1015.
5. *Manjeshwar and D. P. Agrawal*, "TEEN: A Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks", in the *Proceedings of the 1st International Workshop on Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile Computing*, San Francisco, CA, April 2001.
6. *W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H.Balakrishnan*, "Energy-efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks", in *IEEE Computer Society Proceedings of the Thirty Third Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '00)*, Washington, DC, USA, Jan. 2000, vol. 8. Pp. 8020.
7. *Ossama Younis and Sonia Fahmy* "Heed: A hybrid, Energy_efficient, Distributed Clustering Approach for Ad-hoc Networks", *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 3, no. 4, Oct.-Dec. 2004, pp.
8. *W.Lou*, "An Efficient N-to-1 Multipath Routing Protocol in Wireless Sensor Networks", *Proceedings of IEEE MASS'05*, Washington DC, Nov. 2005. Pp. 1-8.