

УДК 004.7

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Шамин¹ И. А., Бхушан² Ш. Ш.

д.т.н., директор ИКС Антошук¹ С. Г.

¹Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

²Национальный открытый университет им. Индиры Ганди, ИНДИЯ

АННОТАЦИЯ. Представленный доклад посвящен кластеризации беспроводной сенсорной сети на основе генетического алгоритма. Кластеризация позволяет уменьшить энергопотребление сети, что крайне важно в условиях ограниченного заряда.

Введение. Одной из составных частей современных распределенных информационных систем являются беспроводные сенсорные сети (БСС), которые особенно актуальны, когда есть необходимость сбора информации в течение длительного времени. Критическим аспектом в беспроводных сенсорных сетях является срок службы сети. Датчики, как правило, имеют батареи с крайне ограниченным зарядом. Сенсорная сеть должна иметь достаточный для удовлетворения поставленной задачи срок службы. Узлы сети могут быть развернуты во враждебной или непрактичной среде, что делает задачу заряда аккумуляторов сети невыгодной или даже недостижимой. Поэтому актуальна задача создания технологий, позволяющих уменьшить энергопотребление сети

Цель работы. Разработать информационную технологию кластеризации беспроводной сенсорной сети на основе генетического алгоритма с целью уменьшения энергопотребления сети, а также увеличение скорости сходимости алгоритма за счет использования метода k -средних.

Основная часть работы. Большую часть энергии потребляет взаимодействие между узлами и базовой станцией, поэтому разумное планирование коммуникации может эффективно продлить время работы. При непосредственной коммуникации каждого датчика с базовой станцией – возникает проблема в нерациональном энергопотреблении сети, что показано на рисунке 1.

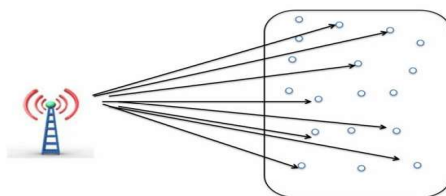


Рис. 1 – Топология сети типа «звезда»

Кластеризация в БСС играет ключевую роль в энергосбережении за счет снижения количества узлов, принимающих участие в непосредственной коммуникации с базовой станцией (рисунок 2) [1].

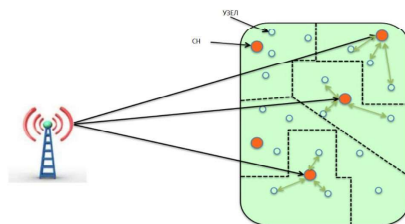


Рис. 2 – Кластерная структура сети

Существует ряд алгоритмов кластеризации: иерархические алгоритмы, алгоритм k -средних, алгоритмы нечеткой кластеризации, нейросетевые алгоритмы, метаэвристические алгоритмы.

Поскольку задача поиска оптимальных центров кластеров (для уменьшения энергопотребления сети) является NP-полной [2], используются метаэвристические алгоритмы, предоставляющие близкое к оптимальному решению за приемлемое время и вычислительную сложность. В работе предложено использование генетического алгоритма для решения задачи кластеризации.

Генетический алгоритм (ГА) – эволюционный алгоритм, который решает задачи оптимизации. Алгоритм работает на механизмах, имитирующих биологическую эволюцию [3]. В основе лежат операции над популяцией, состоящий из хромосом. Для каждой хромосомы рассчитывается качество решения за счет функции пригодности.

В предложенном алгоритме в качестве функции пригодности используется индекс Девиды-Болдуина, который отображен в формуле 1.

$$DB = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \max_{i \neq j} \left\{ \frac{d(X_i) + d(X_j)}{d(C_i, C_j)} \right\}, \quad (1)$$

где N – количество кластеров;

$d(X_i)$ и $d(X_j)$ – мера компактности в i, j кластерах;

$d(C_i, C_j)$ – расстояние между центрами i и j кластеров.

Предложенные в литературе генетические алгоритмы для кластеризации БСС имеют ряд недостатков: неэффективная функция пригодности и случайная инициализация популяции.

Для решения второй проблемы было предложено использовать разбиение быстрого алгоритма кластеризации k -средних в качестве начальной популяции генетического алгоритма. Такой подход позволил в разы ускорить сходимость алгоритма и нахождение глобального оптимума.

Исследователи используют программное обеспечение для эмуляции работы беспроводной сенсорной сети, чтобы разрабатывать собственные протоколы передачи данных. Было решено разработать легковесную библиотеку на C++, которая является каркасом для разработки и эмуляции сети. Библиотека использовалась в качестве оценки работы предложенного алгоритма.

Выводы. В работе описан алгоритм кластеризации беспроводной сенсорной сети. Предложенный алгоритм объединяет преимущества генетического алгоритма (поиск глобального оптимума при небольшой вычислительной сложности и возможности подстраивать функцию пригодности под разные случаи) и метода k -средних (высокая скорость работы). Для проверки алгоритма был написан эмулятор работы беспроводной сенсорной сети на языке C++. В качестве оценки алгоритмов выступали следующие параметры: срок службы сети, скорость работы алгоритма. Предложенный алгоритм увеличил скорость сходимости и продлил срок службы сети более чем в два раза (по сравнению с традиционными иерархическими протоколами кластеризации). В качестве будущих исследований возможны изменения функции пригодности и ее автоматическая адаптация под разные структуры сети и желаемый результат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Mahajan S., Dhiman P. K. Clustering in Wireless Sensor Networks: A Review // International Journal. – 2016. – Т. 7. – №. 3.
2. Basagni, S. A. generalized clustering algorithm for peer-to-peer networks [Text] // Proc. Workshop on Algorithmic Aspects of Communication, July 1997. – 1997.
3. Goldberg, D. E. Genetic algorithms and machine learning [Text] / D. E. Goldberg, J. H. Holland // Machine learning. – 1988. – Т. 3. – №. 2. – С. 95-99.