

МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ДИСБАЛАНСА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

В докладе рассматривается метод динамической смены роли узлов и перестройки топологии сети, благодаря чему можно приблизить время жизни сети ко времени жизни конечных устройств.

Принципиальной отличительной особенностью беспроводных сенсорных сетей (БСС) является принцип ретрансляции данных по цепи. Это позволяет собирать информацию с объектов, рассредоточенных на большой площади, превосходящей по своим размерам радиус связи одного элемента. Возможности использования сенсорных сетей простираются практически во все сферы деятельности человечества. В качестве наиболее очевидных областей их применения эксперты называют промышленный мониторинг, автоматизацию строений («умный дом»), логистику, здравоохранение, системы безопасности и оборону.

В состав каждого элемента БСС входят датчики, микроконтроллер и маломощный приемопередатчик. Все элементы сети являются автономными с питанием от источника постоянного тока. По своему функциональному назначению элементы БСС делятся на маршрутизаторы и конечные устройства. Быстрее всего из строя выходят именно батареи маршрутизаторов, т.к. на них возлагается наибольший объем работы, и время жизни всей сети будет определяться именно временем жизни маршрутизаторов. Чтобы этого избежать, предлагается следующий подход.

Рассмотрим сеть, состоящую из m узлов маршрутизации. В рамках базовой модели маршрутизации структура ТКС описывается с помощью графа $G = (V, E)$, где $V = \{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_m\}$ – множество узлов маршрутизации сети, $E = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n\}$ – множество каналов связи (рис.1). Для каждого канала связи $(i, j) \in E$ задана его пропускная способность $c_{i,j}$. Величина $x_{i,j}$, характеризует долю входного трафика, протекающего в канале $(i, j) \in E$.

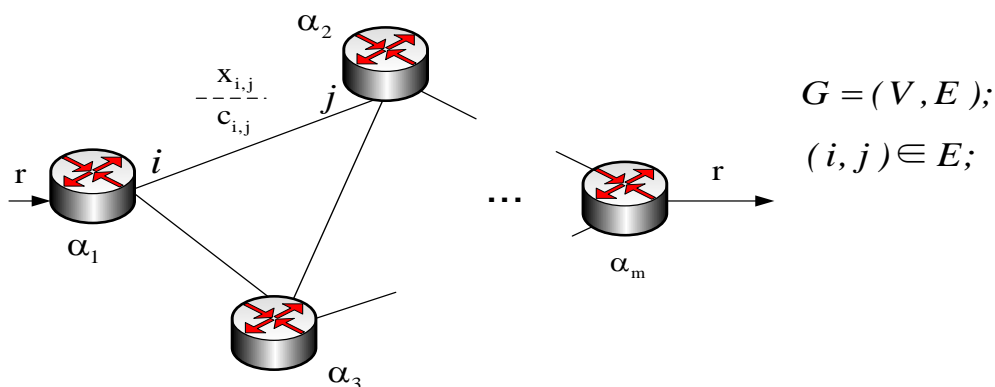


Рис. 1. Пример графа для описания модели сети

Если динамически менять роли узлов и перестраивать топологию сети, то можно приблизить время жизни сети ко времени жизни конечных устройств. Это увеличение времени жизни возможно за счёт того, что большую часть времени каждый из узлов будет находиться в роли конечного устройства. При этом наборы одновременно рабо-

тающих маршрутизаторов циклически сменяют друг друга. Решения о перестроении топологии принимаются на координаторе сети.

Решим задачу максимизации времени жизни сети. Построим все связанные подграфы T_k , $k \in \overline{1, K}$ графа G , являющийся деревом с корневым элементом α_y и содержащий все вершины G . R_k – набор всех маршрутизаторов графа T_k . Рассмотрим произвольное подмножество $\{R_{k_s}\}_{s=1}^S$ из множества $\{R_k\}_{k=1}^K$. Имеем S независимых наборов множества $\{R_{k_s}\}_{s=1}^S$ каждый из которых содержит S_u узлов маршрутизации и $S - S_u$ конечных устройств. Тогда средняя сила тока в узле α_j выразится формулой

$$I_j = I_R \left(\frac{S_u}{S} \right) + I_E \left(\frac{S - S_u}{S} \right) = I_E + (I_R - I_E) \frac{S_u}{S}, \quad (1)$$

где I_R – средняя за время BI (Beacon Interval – интервал между маяками) сила тока в узле, находящимся в роли маршрутизатора; I_E – средняя за время BI сила тока в узле, находящимся в роли конечного устройства. Время жизни сети определяется устройством с самым коротким временем жизни [1]

$$T = \min_j \frac{Q_j}{I_j} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где Q_j – заряд батареи узла α_j . Далее для простоты предполагаем, что в начальный момент времени все устройства имеют одинаковый заряд батареи $Q_j = Q$. Тогда условие (2) переходит в

$$\max_j I_j = I_E + (I_R - I_E) \frac{\max S_u}{S} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Если наборы $\{R_{k_s}\}_{s=1}^S$ независимы, $\forall s \in \overline{1, S} \rightarrow S_u \in \{0; 1\}$, поэтому $\max S_u = 1$ и остаётся лишь условие

$$S \rightarrow \max. \quad (4)$$

Это и есть искомое условие. Итак, для того чтобы добиться максимизации времени жизни сети, необходимо найти максимальное число независимых наборов маршрутизаторов.

Список использованных источников

1. Трифонов С. В., Холодов Я. А. Исследование и оптимизация работы беспроводной сенсорной сети на основе протокола ZigBee // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 855–869.