

QoS МАРШРУТИЗАЦИЯ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Ю. И. Воротницкий, К. С. Шпак

Белорусский государственный университет, г. Минск

E-mail: vorotn@bsu.by

В докладе предложены подходы к решению задачи маршрутизации в мобильных сенсорных сетях с учетом требований к параметрам качества обслуживания. Предложена методика решения самосогласованной задачи оптимального размещения узлов и маршрутизации на основе адаптивного свертывания векторных критериев оптимальности.

Ключевые слова: *сенсорная сеть, маршрутизация, качество обслуживания*

Концепция QoS-маршрутизации в сетях передачи данных требует определения пути (путей), между заданной парой узлов-адресатов, вдоль которого будут выполняться требования одновременно по нескольким QoS-показателям (метрикам) [1]. Такие подходы рассматривались ранее [2-3] и получили дальнейшее развитие в настоящем исследовании.

Оптимизация параметров мобильных сенсорных сетей может осуществляться как путем поиска оптимальных маршрутов доставки сетевых пакетов, так и путем оптимизации размещения узлов и вариации их параметров.

В рамках доклада рассматриваются две модели оптимальной маршрутизации с учетом требований качества обслуживания как задачи поиска оптимального пути с ограничениями.

Первая модель основана на модификации алгоритмов поиска пути наименьшей стоимости с учетом ограничений на отдельные параметры качества обслуживания. Вторая использует известные алгоритмы маршрутизации (Дейкстры, Беллмана-Форда и т. п.), однако для свертывания векторного критерия оптимальности предлагается использовать адаптивную модель свертывания, обеспечивающую выполнение ограничений на отдельные параметры качества обслуживания.

В рамках первой модели решена проблема ложного исключения QoS – осуществимых путей при реализации модифицированного алгоритма Дейкстры, описанного в [3]. В рамках второй модели предложен алгоритм адаптации весовых коэффициентов минимаксной модели свертывания.

Ложное исключение осуществимых путей связано с тем, что алгоритм Дейкстры не позволяет рассматривать повторно единожды отброшенный путь. Выбор на одном из шагов наилучшего участка пути по композитной метрике может привести на одном из следующих шагов к невозможности обеспечить выполнение ограничений, обеспечивающих QoS –

осуществимость. Так как алгоритм Дейкстры является алгоритмом поиска без возврата, единожды отброшенный путь не может быть рассмотрен повторно. Для решения данной проблемы предложена и апробирована методика адаптивного перерасчета весовых коэффициентов. Параметры, на которые накладываются ограничения, одновременно включаются в структуру минимизируемой минимаксной целевой функции r с некоторыми весовыми коэффициентами:

$$r = \max \left\{ w_B \frac{B^{opt} - B_{s,t}}{\sigma_B}, w_D \frac{D_{s,t}}{\sigma_D}, w_J \frac{J_{s,t}}{\sigma_J}, w_X \frac{X_{s,t}}{\sigma_X} \right\},$$

где $B_{s,t}$, $D_{s,t}$, $J_{s,t}$, $X_{s,t}$ – соответственно пропускная способность, временная задержка, джиттер и вероятность потери пакетов на маршруте из начального s к текущему t узлу сети, B^{opt} – оптимальная пропускная способность (например, равная максимальной пропускной способности ребра сети), σ_B , σ_D , σ_J , σ_X – нормирующие коэффициенты, w_B , w_D , w_J , w_X – весовые коэффициенты целевой функции.

QoS-осуществимость пути определяется ограничениями вида «меньше или равно» для задержки, джиттера и вероятности потери пакетов, и «больше или равно» для пропускной способности. При невозможности в ходе реализации алгоритма найти QoS-допустимый путь весовые коэффициенты для параметра (или параметров), не удовлетворяющих QoS-ограничениям, должны быть увеличены за счет уменьшения весовых коэффициентов для остальных параметров.

Предложенную методику предлагается использовать в рамках самосогласованной модели оптимального размещения узлов сенсорной сети и многокритериальной маршрутизации (см. рисунок), в которой в качестве варьируемых параметров, наряду с координатами узлов и маршрутами передачи данных, рассматриваются изменяемые параметры передачи данных узлами (частотный диапазон, мощность излучения и др.). Для решения задачи оптимального размещения предлагается использовать подход, основанный на генетических алгоритмах и рассмотренные в работе [4].

Предложенные модели и методика отличаются от известных решением самосогласованной задачи оптимального размещения и динамической маршрутизации в мобильных сенсорных сетях с учетом векторного критерия качества обслуживания. Полученные результаты могут применяться разработчиками сенсорных сетей и их компонент, систем «Умный дом», в том числе – операторами мобильной связи.

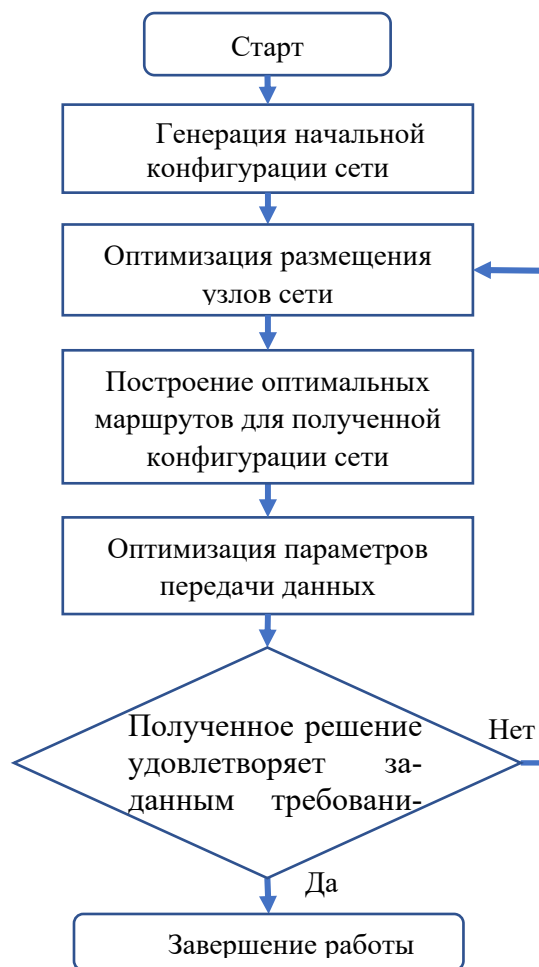


Рис. Методика оптимизации сенсорной сети

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Евсева О. Ю., Гаркуша С. В. Обзор технологических и теоретических решений в области маршрутизации на основе качества обслуживания // Проблемы телекоммуникаций. 2012. №3(8). С.24-46.
2. Листопад Н. И., Воротницкий Ю. И., Бортновский В. В., Хайдер А. А. Многокритериальная маршрутизация информационных потоков // Проблемы физики, математики и техники. 2017. №2(31). С.84-90.
3. Листопад Н. И., Воротницкий Ю. И., Хайдер А. А. Маршрутизация в мультисервисных сетях телекоммуникаций на основе модифицированного алгоритма Дейкстры // Вестник БГУ. Сер.1, Физика. Математика. Информатика. 2015. №1. С.70-76.
4. Воротницкий Ю.И., Стрикелев Д.А. Проектирование сетей на основе генетических алгоритмов, модифицирующих структуру хромосом // Информатика. 2006. №2(10). С. 116–123.