

ЗАДАЧА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ФИКСИРОВАННОГО ДИАПАЗОНА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СОТЫ СЕТИ LTE ДЛЯ M2M ТРАФИКА ¹

Бутурлин И.А.¹, Бегжиев В.О.¹, Коротков С.В.², Короткова Е.В.²

¹Российский университет дружбы народов, ivan_buturlin@mail, begishevu@mail.ru,

²ЗАО «Всесоюзный институт волоконно-оптических систем
связи и обработки информации»

В докладе рассматривается задача поиска оптимального размера фиксированного диапазона пропускной способности, выделяемого для обслуживания трафика межмашинного взаимодействия для модели соты сети LTE.

Ключевые слова: LTE, Интернет вещей, МТС, M2M, трафик межмашинного взаимодействия, H2H, фиксированный диапазон пропускной способности, задача оптимизации.

В [1] рассматривается одна из возможных схем динамического распределения радиоресурсов соты сети LTE, когда для обслуживания трафика межмашинного взаимодействия (Machine-to-Machine, M2M) выделяются фиксированные диапазоны пропускной способности, остальные ресурсы доступны для пользователей H2H-услуги (Human-to-Human). Для исследования эффективности функционирования предложенной схемы распределения радиоресурсов в [2,5] построена модель соты сети LTE, где для передачи блоков эластичных данных, поступающих от МТС-устройств (Machine-to-Machine), выделяются фиксированные диапазоны пропускной способности емкостью c единиц канального ресурса (ЕКР). Для случая, когда пользователями предоставляется одна H2H-услуга, а также сота поддерживает передачу блоков данных одного типа от множества МТС-устройств получено распределение вероятностей состояний в мультипликативном виде. В [3] представлен рекуррентный алгоритм для расчета распределения вероятностей состояний системы и основных вероятностно-временных характеристик: вероятности блокировки запросов пользователей и МТС-устройств, среднее время передачи блока данных, проведен подробный численный анализ функционирования модели.

С учетом активного роста M2M-трафика для операторов сетей связи LTE все более актуальной становится задача эффективного распределения доступных радиоресурсов для обслуживания МТС-устройств с минимальным воздействием на качество предоставления традиционных H2H-услуг (голосовые услуги, потоковое видео и др.), которые приносят основной доход оператору. По построению размер выделяемого фиксированного диапазона пропускной способности c существенным образом влияет на показатели качества функционирования рассматриваемой модели, в том числе на качество обслуживания пользователей H2H-услуги [4]. С учетом небольших размеров файлов, поступающих от МТС-устройств, для их передачи целесообразно выделять минимальное количество доступных ЕКР, в отличие от пользователей H2H-услуги, для которых критичной является величина выделяемой пропускной способности. С учетом вышеизложенного, может быть сформулирована задача оптимизации, где в качестве целевой функции используется величина среднего числа ЕКР, не занятых трафиком межмашинного взаимодействия и пользователями H2H-услуги $\bar{c}(c)$:

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-07-00953 а.

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_c \hat{C}(c) := \max \left\{ C - c \cdot \sum_{(n_m, n_h) \in X} \left[\frac{h_m}{M} \right] p(n_m, n_h) - b_h \cdot \sum_{(n_m, n_h) \in X} n_h p(n_m, n_h) \right\}, \\ 1 \leq c \leq C_m, \quad c \cdot S \leq C_m, \\ B \leq B^*, \\ B_h^m \leq B_h^m, \\ T_m \leq T_m^*, \end{array} \right. \quad (1)$$

где B_h^*, B_m^*, T_m^* – пороговые значения для вероятности блокировок пользователей H2H-услуги, МТС-устройств и для среднего времени передачи блока эластичных данных от МТС-устройств соответственно.

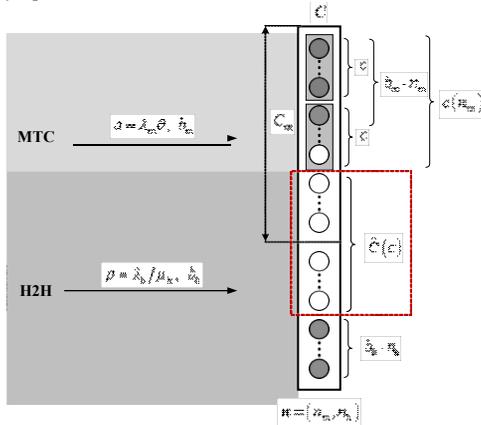


Рис.1. Задача поиска оптимального c

Для решения сформулированной задачи (1) разработано программное средство на объектно-ориентированном языке Java. Используя исходные данные аналогичные [2], получено решение задачи для различных значений предложенной нагрузки.

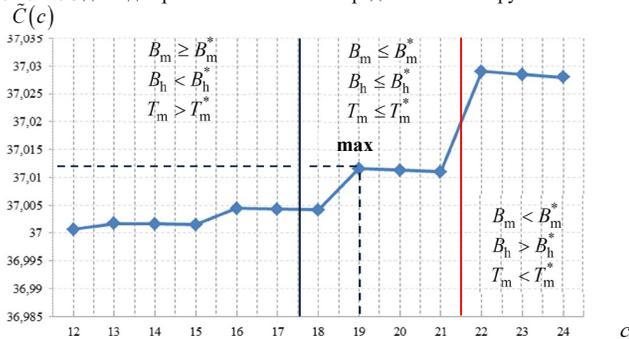


Рис.2. Зависимость $\hat{C}(c)$ от размера фиксированного диапазона

На рисунке 2 проиллюстрирован метод поиска оптимального размера фиксированного диапазона пропускной способности для соты сети LTE с пиковой

пропускной способностью $C = 50$ Мбит/с. Для каждого возможного варианта c на графике представлено значение целевой функции $\hat{C}(c)$. С учетом зафиксированных пороговых значений $B_m^* = 10^{-3}$, $B_n^* = 10^{-3}$, $T_m^* = 10^{-1}$ с и ограничения на количество выделяемых диапазонов пропускной способности $S = 2$ максимальное $\hat{C}(c)$ достигается при $c = 19$.

В докладе сформулирована задача поиска оптимального размера фиксированного диапазона пропускной способности соты сети LTE, выделяемого для обслуживания M2M-трафика. Представлены результаты численного решения задачи оптимизации методом перебора. В дальнейших исследованиях планируется рассмотреть задачу поиска оптимального размера фиксированного диапазона для других целевых функций и для случая, когда на соту сети LTE поступает неоднородный трафик межмашинного взаимодействия.

Литература

1. В.Ю. Бородакий, И.А. Бутурлин, К.Е. Самуйлов. О некоторых задачах управления радиоресурсами в сетях LTE-Advanced с учетом M2M трафика // Всероссийская конференция (с международным участием) «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем». Тезисы докладов. – М.: РУДН, 2013.
2. Бутурлин И.А., Гудкова И.А., Чукарин А.В. Модель распределения радиоресурсов с фиксированным диапазоном для трафика межмашинного взаимодействия в сети LTE. – Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. – 2014. – (в печати).
3. Бутурлин И.А. Алгоритм расчета вероятностно временных характеристик модели соты сети LTE с трафиком межмашинного взаимодействия // Всероссийская конференция (с международным участием) «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем». Тезисы докладов. – 2014.
4. Бутурлин И.А., Бегишев В.О. Метод распределения радиоресурсов для сети LTE-Advanced с трафиком межмашинного взаимодействия // Международный форум информатизации МТУСИ. Тезисы докладов. – М.: 2013. Стр.44.
5. Borodakiy V.Y., Buturlin I.A., Gudkova I.A., Samouylov K.E. Modelling and analysing a dynamic resource allocation scheme for M2M traffic in LTE networks // Lecture Notes in Computer Science. 2013. Vol. 8121. P. 420-426.

THE TASK OF SEARCHING FOR THE OPTIMUM CAPACITY OF FIXED RANGE FOR MODEL RADIO RESOURCE ALLOCATION IN LTE NETWORK WITH MACHINE-TYPE COMMUNICATIONS TRAFFIC

Buturlin I.A.¹, Begishev V.O.¹, Korotkov S.V.², Korotkova E.V.²

¹ Peoples' Friendship University of Russia, ivan_buturlin@mail, begishevu@mail.ru,

² JSC "VIVOSS and OI"

The report addresses the task of finding the optimal size of fixed bandwidth ranges for model cell LTE network with traffic machine-type communications.

Key words: LTE, Internet of things, MTC, M2M, Machine-Type Communications, H2H, dynamic resource allocation, fixed range of bandwidth, streaming traffic, elastic traffic, the blocking probability, mean transmission time.