

УДК 519.872.5, 621.391

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕТИ IMS

Пономарев Д.Ю.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-2070.2008.9

Основным направлением развития инфокоммуникационных сетей является концепция IMS. Оценка качества обслуживания в данной сети является необходимой задачей, но ее решение усложняется наличием большого числа информационных потоков (и их классов) и узлов сети. В данной работе представлен тензорный подход к решению задачи управления распределением информационных потоков в узлах сети, а также связанной с этим задачи поддержки заданного уровня качества обслуживания QoS в сети IMS.

Ключевые слова: сеть IMS, качество обслуживания, система массового обслуживания, тензорный анализ сетей.

IMS NETWORK: QUALITY OF SERVICE PERFORMANCE RESEARCH

Ponomarev D.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

The IMS concept is a main direction of infocommunication networks development. IMS quality of service estimation is the necessary task but many information streams and large number network nodes make solution this task very complex. There is present tensor approach for task solution of information streams distribution management and for IMS QoS analysis.

Key words: IMS network, quality of service, queuing systems, tensor analysis of networks.

Развитие технологий пакетной коммутации и устранение ряда ограничений данных технологий: реализация механизмов обеспечения качества обслуживания (QoS – quality of service), увеличение масштабов используемого адресного пространства и поддержка обработки гетерогенных информационных потоков; привело к тому, что основой для построения современных инфокоммуникационных сетей становится протокол IP, а концепция построения сетей следующего поколения, обеспечивающая требуемую гибкость при внедрении новых услуг, получила название IMS (IP Multimedia Subsystem – система обработки разнородных информационных потоков с использованием IP) [1,2]. В рамках данной концепции происходит переход от традиционной вертикальной схемы предоставления услуг сети к горизонтальной, что позволяет решать задачи по внедрению услуг и переходу на новые технологии на качественно ином уровне.

Следует отметить, что создание технологически новых сетей требует решения задач управления распределением информационных потоков в узлах сети, а также связанной с этим задачи поддержки заданного уровня качества обслуживания. Данные задачи являются наиболее актуальными в современных инфокоммуникационных сетях [2-5], но их решение связано со

значительными сложностями как по конкретной постановке задачи и определении исходных данных, так и по вычислительным затратам. Трудность решения данной задачи для глобальных сетей повышается в связи с использованием различных технологий инфокоммуникационных сетей, наличием различного уровня сложности топологий сетей и необходимостью обеспечения различных уровней качества обслуживания для разных информационных потоков.

В качестве исходных данных, для решения задачи распределения нагрузки между узлами сети IMS, можно использовать модель распределения трафика, предложенную в [2]. Основными составляющими сети IMS [2] являются функциональные объекты (ФО) управления соединениями (CSCF – Call Session Control Function): прокси P-CSCF (Proxy-CSCF), взаимодействия I-CSCF (Interrogating-CSCF) и обслуживания S-CSCF (Serving-CSCF); серверы приложений и баз данных; ФО распределения ресурсов среды (MRF – Media Resource Function). Взаимодействие P-CSCF, S-CSCF и MRF позволяет определить политику обработки информации на маршруте и обеспечить заданное качество обслуживания для определенного медиапотока.

В данной работе предлагается для решения задачи обеспечения качества обслуживания и управления распределением потоков в сети IMS использовать тензорный анализ сетей. Ранее [6], было показано, что определяя соответствие между нагрузками исходной $\bar{\rho}$ и примитивной $\bar{\rho}'$ сетей через матрицу перехода \bar{A} , как $\bar{\rho}' = \bar{A}\bar{\rho}$, и используя известное соотношение для загрузки: $\lambda = \mu\rho$, где λ - интенсивность поступления, а μ - интенсивность обслуживания пакетов в системе массового обслуживания (СМО), можно записать: $\bar{A}\bar{\rho}\bar{\lambda}' = \bar{\rho}\bar{\lambda}$. Далее, находим соотношение между нагрузками примитивной ($\bar{\lambda}'$) и исходной ($\bar{\lambda}$) сетей, как $\bar{\lambda}' = (\bar{A}^T)^{-1} \bar{\lambda}$. Следовательно, $(\bar{A}^T)^{-1} \bar{\lambda} = \bar{\mu}' \bar{A} \bar{\rho}$. Окончательно, уравнение будет иметь вид:

$$(\bar{A}^T \bar{\mu}' \bar{A}) \bar{\rho} = \bar{A}^T \bar{\lambda}'. \quad (1)$$

Далее, решая полученное уравнение относительно $\bar{\rho}$, находим коэффициенты использования узлов в сети ($\bar{\rho}_{\text{узлов}} = \bar{A}\bar{\rho}$), что позволяет определить качественные показатели (например, время задержки для маршрута или для всей сети будет определяться, как: $T = \sum_{i=1}^{\alpha} T_i$, где α – число узлов сети; $T_i = f(\rho)$ – среднее время задержки в отдельной системе), и распределение интенсивностей потоков по узлам сети, как: $\bar{\lambda}'_{\text{узлов}} = \bar{\mu}'_{\text{узлов}} \bar{\rho}_{\text{узлов}}$.

Рассматривая обработку информационных потоков на сетевом уровне модели взаимодействия открытых систем [7] процесс передачи информации можно представить в виде сети массового обслуживания (рис.1а), где СМО1

моделирует процесс обслуживания в P-CSCF; CMO2, CMO4, CMO5 в I-CSCF, S-CSCF и MRF соответственно, а CMO7 обработку запросов в сервере пользовательской базы данных HSS (Home Subscriber Server).

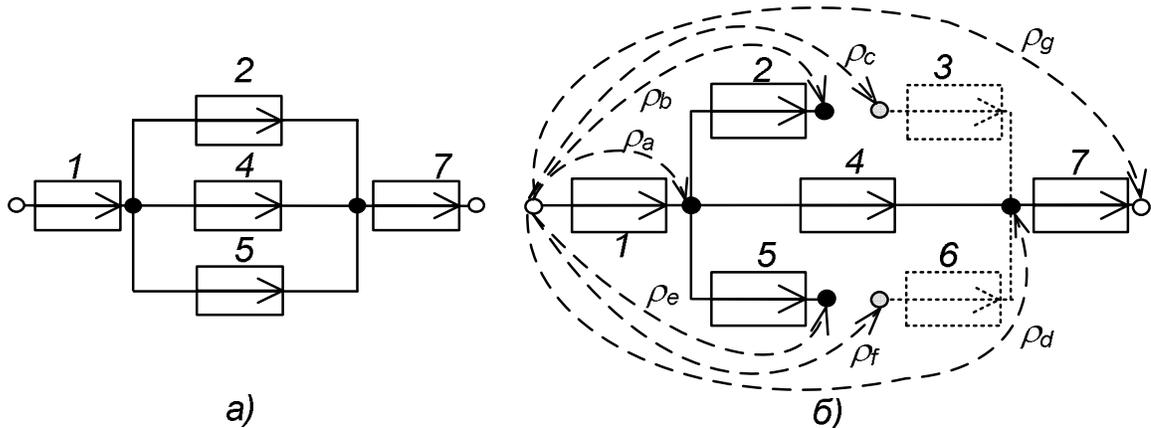


Рисунок 1 – Модель обработки потоков в сети IMS

Данную модель преобразуем к узловому виду (рис. 1б: в местах образования контуров производим «размыкание» связей между СМО, но в дальнейшем необходимо учитывать равенство интенсивностей поступления в соответствующих ветвях, для чего введены мнимые СМО3 и СМО6) и зададим «узловые загрузки». Находя соответствие между нагрузками в исходной и примитивной сети, определяем матрицу A согласно [6] (ввиду большой размерности и разреженности здесь не приводится). При этом правая часть уравнения (1) преобразуется к виду (с учетом $\lambda_1 = \lambda_2 + \lambda_4 + \lambda_5$, $\lambda_7 = \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_6$ и $\lambda_2 = \lambda_3$, $\lambda_5 = \lambda_6$):

$$A^T \bar{\lambda}^T = \begin{pmatrix} \lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_4 - \lambda_5 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_3 \\ \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_6 - \lambda_7 \\ \lambda_5 \\ -\lambda_6 \\ \lambda_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_3 \\ 0 \\ \lambda_5 \\ -\lambda_6 \\ \lambda_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_2 \\ 0 \\ \lambda_5 \\ -\lambda_5 \\ \lambda_7 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Кроме того, так как СМО являющейся генератором трафика является СМО1, то все интенсивности поступления вызовов в остальные СМО могут быть определены через λ_1 . С этой целью в уравнение вводятся коэффициенты p_i , которые определяют долю трафика поступающего на i СМО. При этом, исходя из структуры модели сети, необходимо учитывать, что: $p_2 + p_4 + p_5 = 1$. Используя вектор управления, содержащий вероятности разделения нагрузки по узлам $(p_2 \ p_4 \ p_5)$ можно управлять

распределением трафика по узлам сети с целью обеспечения определенного значения среднего времени задержки либо по заданному маршруту, либо по всей сети в целом при установленном значении интенсивности потоков. Например, при заданном значении λ_1 , определенных значениях интенсивности обслуживания в каждой системе и использовании в качестве модели систему массового обслуживания вида M/M/1 можно изменяя значения коэффициентов ρ_2 , ρ_4 и ρ_5 определить изменение времени

задержки по сети как $T = \sum_{i=1}^7 \frac{1/\mu_i}{1-\rho_i}$ (без учета мнимых ветвей), а ρ_i

определяется как $\bar{\rho}_{\text{узел}} = \bar{A}\bar{\rho}$ из решения уравнения (1) относительно $\bar{\rho}$.

В заключение можно сделать вывод о том, что в связи с тем, что необходимо управлять большим количеством устройств и проводить обработку множества информационных потоков с заданным качеством обслуживания для каждого типа потока, решение задачи управления эффективным использованием ресурсов сети значительно усложняется. Тензорный метод анализа сетей, как обладающий возможностями по учету процессно-структурного взаимодействия и гибкости применения, позволяет снизить вычислительные затраты на решение такой задачи, уменьшить задержки при динамическом управлении телекоммуникационными системами и обеспечить хорошую масштабируемость сети, как при внедрении новых услуг, так и при изменении структуры и технологий инфокоммуникационной сети. Кроме того, тензорный метод позволяет достаточно просто формализовать проектные процедуры с целью автоматизации процесса проектирования сетей IMS.

Литература

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. SOFTSWITCH – СПб: БХВ. – 2006.
2. V.S. Abhayawardhana, R. Babbage. A Traffic Model for the IP Multimedia Subsystem (IMS) // IEEE 65th VTC2007-Spring, 2007. – pp. 783-787.
3. Y. Zhang, M. Roughan, N. Duffield, A. Greenberg. Fast Accurate Computation of Large-Scale IP Traffic Matrices from Link Loads. – ACM SIGMETRICS. – 2003. – pp. 206-217.
4. T. Braun, M. Diaz, J. Gabeiras, T. Staub. End-to-End Quality of Service Over Heterogeneous Networks. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
5. Y. Jiang, Y. Liu. Stochastic Network Calculus. - Springer-Verlag London Limited, 2008. – P. 229.
6. Пономарев Д.Ю. Оценка среднего времени задержки в сетях IP с помощью тензорной методологии // Труды Всероссийской научной конференции с международным участием ТИПД-2008. Ижевск: УдГУ. – 2008. – С. 382-389.
7. Пономарев Д.Ю. Исследование качественных показателей сетей Softswitch с помощью тензорного подхода // Международная конференция «Математическая теория систем» / МТС – 2009: Труды конференции. – М: ИСА РАН, 2009. – С. 172-176.