

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В СЕТИ IMS

Д. Ю. Пономарев (Красноярск)

В настоящее время основной платформой для построения сетей следующего поколения (NGN – Next Generation Networks) является концепция объединения разнородных технологий, систем и сетей на базе использования IP (IP – Internet Protocol) [1, 2]. Данная концепция получила название IMS (IMS – IP Multimedia Subsystem: подсистема обслуживания разнородных информационных потоков с использованием IP), которая позволяет обеспечить конвергенцию существующих сетей, технологий и услуг, в том числе за счет применения горизонтальной архитектуры построения сети с общим управлением. Однако сложная топология сети, наличие многовариантности при обработке как информационных, так и сигнальных потоков [2], разнородность коммуникационных систем и технологий, требования по качеству обслуживания – все это приводит к большим сложностям при проектировании и эксплуатации данного типа сетей.

В качестве исходных данных для определения существующих потоков между узлами сети IMS при решении задачи распределения потоков можно использовать модель распределения трафика, предложенную в [2]. Основными составляющими сети IMS (рис. 1) являются функциональные объекты 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, присутствия и управления базами данных (на рисунке показан только HSS - Home Subscriber Server: база данных, содержащая информацию об абонентах и доступных услугах); дополнительно на рисунке представлены сеть доступа AN (Access Network) и опорная сеть CN (Core Network).

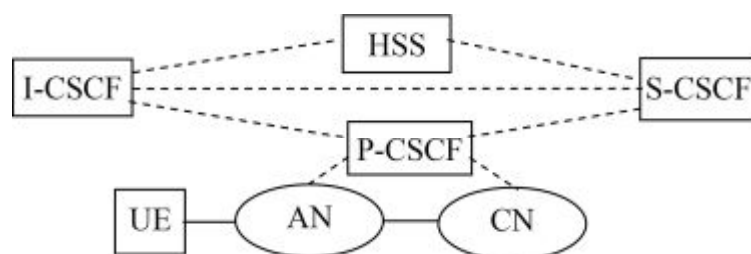


Рис. 1. Упрощенная схема сети IMS

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 обеспечения эффективного использования ресурсов сети значительно усложняется. Следует отметить, что структура опорной сети не является жестко заданной и может изменяться в процессе эксплуатации с целью обеспечения максимальной пропускной способности при заданных уровнях обслуживания гетерогенного трафика. Взаимодействие элементов CSCF позволяет определить политику обработки информации на том или ином маршруте и обеспечить заданное качество обслуживания для определенного медиапотока. Это достигается использованием управляемых коммутаторов опорной сети. В зависимости от поставленной задачи и реализуемой на сети концепции обеспечения поддержки механизмов QoS возможны различные варианты использования ресурсов опорной сети для передачи и обработки информационных потоков различного типа. Управляя распределением тра-

фика на данных коммутаторах, можно обеспечить требуемые значения показателей качества обслуживания в исследуемой сети связи.

Основная сложность распределения потоков в сети IMS заключается в большом количестве исходных данных для расчета: количество пользователей, множество сценариев взаимодействия, объем передаваемых данных для различных видов сообщений и т.д. В данной работе представлены результаты моделирования по одному из сценариев взаимодействия с целью исследования возможности использования среды имитационного моделирования GPSS для оценки пропускной способности и определения других параметров сети IMS. Рассмотрим как один из сценариев взаимодействия узлов сети процедуру регистрации абонента в сети.

Узлы P-CSCF, I-CSCF, HSS и S-CSCF представлены в среде GPSS как блоки STORAGE, что позволяет адекватно отразить реальные процессы одновременного обслуживания вызовов в современных системах связи. Использование многоканальных систем позволяет увеличить количество одновременно обрабатываемых вызовов, а их моделирование блоками Storage обеспечивает возможность выбора емкости обслуживающего устройства и оценить его загрузку. Кроме того, с целью снижения потерь вызовов, при поступлении все заявки попадают в запоминающее устройство, представленное блоком Line (в данной модели используется идеальный буфер бесконечной емкости). Время обслуживания в каждом блоке определяется характеристиками оборудования, используемого для обработки информационных и сигнальных потоков в сети IMS, и задается переменными  $t_I$  (длительность обработки в блоке I-CSCF при определении данных об обслуживаемом абонентском оборудовании и обмене информации с блоком S-CSCF),  $t_H$  (время обработки запроса к базе данных о пользователе и доступных ему услугах),  $t_P$  (длительность обработки первичных запросов абонентских устройств в блоке P-CSCF).

В соответствии с рассматриваемым сценарием регистрации абонента в сети IMS (рис. 2), общая длительность обслуживания в некоторых блоках определяется не только интенсивностью обработки в самом блоке, но и временем ответа на запросы протокола DIAMETER. Так как каждый запрос информации от базы данных HSS и функционального объекта, обеспечивающего поддержку выбора доступа к требуемому мультимедийному контенту S-CSCF, ожидает ответа, для этой цели в модели использованы блоки SPLIT (в данной модели порождающий один транзакт данного семейства) и ASSEMBLE (в данной работе использовано значение аргумента, равное двум). Применение данных блоков в исследуемой модели позволяет имитировать процесс запроса и получения информации от регистра HSS при обмене сообщениями протокола DIAMETER (UAR/UAA: User-Authorization-Request/User-Authorization-Answer – запрос/ответ авторизации абонентского оборудования; MAR/MAA: Multimedia-Auth-Request/Multimedia-Auth-Answer – запрос/ответ авторизации доступа к мультимедиа источникам контента; SAR/SAA: Server-Assignment-Request/ Server-Assignment-Answer – запрос/ответ регистрации в функциональном объекте управления обработки вызовов S-CSCF сети IMS для обслуживания мультимедийных запросов данного абонента).

Кроме оценки загрузки узлов сети, в модель введена возможность оценки пропускной способности на участках сети. Это реализовано с помощью блока SAVEVALUE на каждом интересующем участке. Так как каждое сообщение имеет различный размер, блок SAVEVALUE сохраняет число входов по определенной метке, соответствующей виду сообщения, и в процессе моделирования происходит накопление данных по количеству сообщений заданного типа с целью определения в дальнейшем пропускной способности на каждом участке размерностью бит/с.

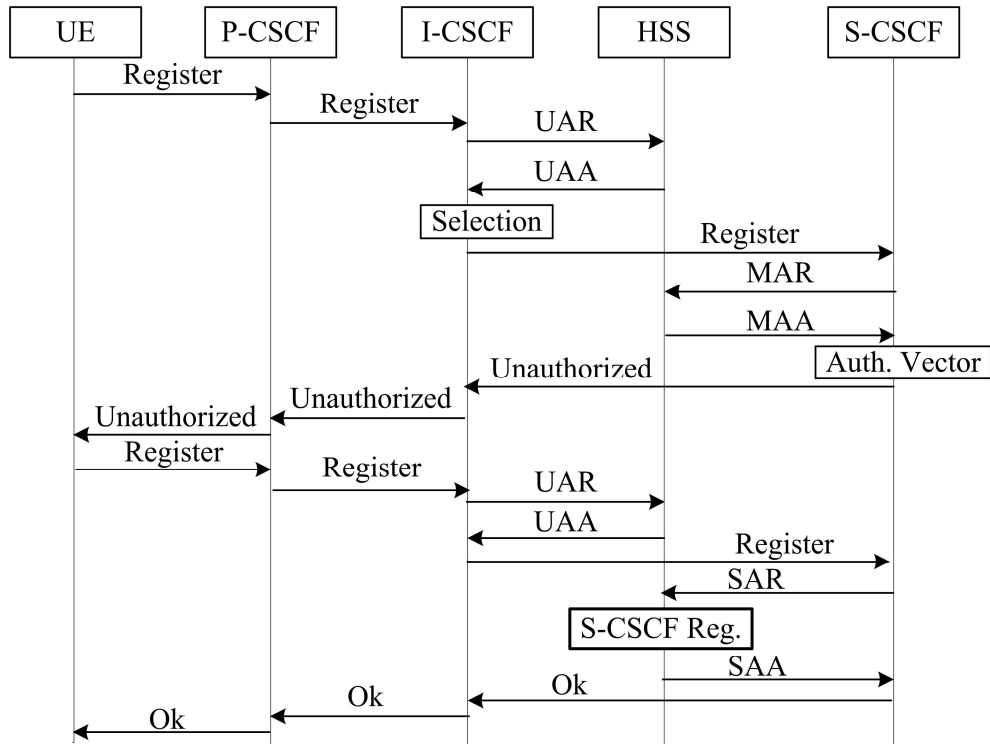


Рис. 2. Процесс установления соединения при регистрации в сети IMS [2]

В процессе моделирования получены следующие результаты: на участке пользовательское оборудование – P-CSCF средняя пропускная способность для передачи сообщений регистрации пользователей составила в прямом направлении (от абонента к сети) 438,52 кбит/с, в обратном (от сети к абоненту) 747,12 кбит/с. Интенсивность потока вызовов от абонентского оборудования задается на основе статистических данных [2]: 56 вызовов в секунду. Размер сообщений выбирался также в соответствии с [2]. Длина сообщения «Register» была выбрана 490 байт, «Unauthorized» – 680 байт, «Ok» – 990 байт.

Оценка общей длительности обработки запроса на регистрацию в сети IMS, т.е. полное время обработки запроса, выбора регистра (содержащего информацию об оборудовании и профиле пользователя), определения требуемого узла обслуживания S-CSCF и обновление информации во всех системах сети, в данной имитационной модели производится с помощью системного числового атрибута M1, учитывающего время, проведенное транзактом (запросом на регистрацию) в системе. Информация об этом временном параметре накапливается в таблице time\_IMS.

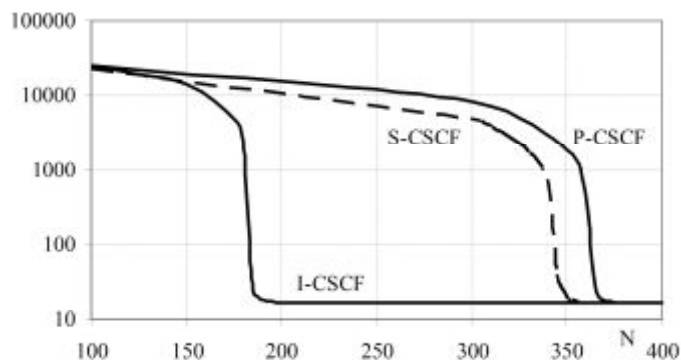


Рис. 3. Зависимость общего времени регистрации абонентского оборудования в сети IMS от числа каналов обслуживания в системах сети I-CSCF, S-CSCF, P-CSCF

Исследование общего времени регистрации абонента в сети IMS можно проводить с целью определения необходимого объема оборудования для обслуживания заданных сигнальных потоков с требуемым качеством обслуживания. В зависимости от количества одновременно обслуживаемых запросов на регистрацию и параметров устройств, обеспечивающих данную процедуру, можно определить приемлемое значение времени регистрации абонентов в сети. На рис. 3 представлены результаты моделирования для общего времени регистрации при изменении числа обслуживающих устройств в системе распределения вызовов P-CSCF, в блоке выбора и запроса пользовательских данных I-CSCF и функциональном объекте управления обслуживанием доступа к мультимедиа контенту S-CSCF. (Примечание: для блока HSS результат не представлен, так как требуемое значение устройств, при котором достигается минимальное значение времени регистрации, меньше пятидесяти.) Из рис. 3 видно, что область изменения времени регистрации можно условно разбить на два участка. Первый участок, с максимальным временем регистрации при начальном значении числа обслуживающих устройств до определенного граничного значения, при котором происходит резкое снижение длительности регистрации до минимального уровня общей длительности регистрации. Данное поведение изменения времени регистрации можно объяснить сценарием процесса обслуживания вызовов, при котором запросы к I-CSCF ожидают ответа от HSS и S-CSCF. В связи с этим можно сделать вывод о том, что при обслуживании запросов на регистрацию абонентов в сети IMS требуемая пропускная способность узлов сети P-CSCF и S-CSCF выше, чем для I-CSCF и HSS. Следовательно, это необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации данных систем.

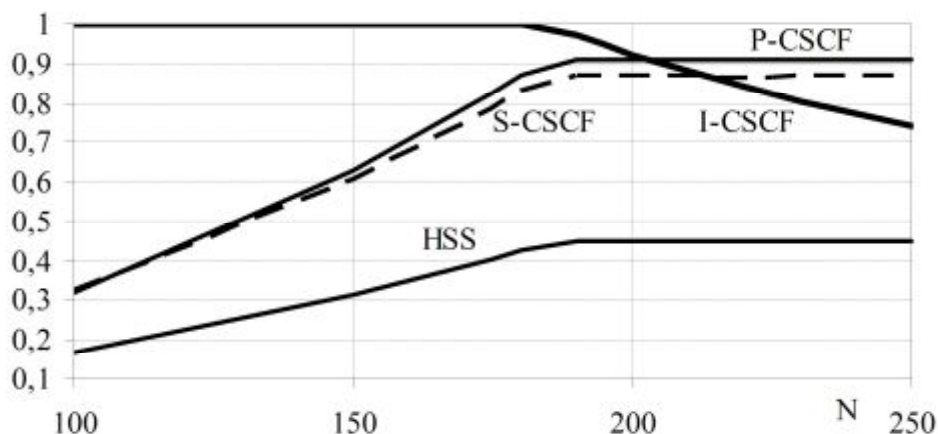


Рис. 4. Зависимость загрузки систем сети IMS от количества обслуживаемых устройств в I-CSCF

Также для данной модели исследовалось изменение загрузки узлов P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF и HSS в зависимости от числа обслуживаемых устройств в данных узлах. В соответствии с полученными результатами моделирования, наибольшее влияние на загрузку систем оказывает изменение числа устройств в узле I-CSCF, что представлено на рис. 4. Из рисунка видно, что увеличение числа устройств в I-CSCF в два раза (от 100 до 200) приводит к увеличению загрузки на других узлах примерно в три раза, и дальнейшее увеличение значения (более двухсот устройств) уменьшает только загрузку собственно самого блока I-CSCF, не оказывая влияние на загрузку других систем.

В связи со всем вышесказанным можно сделать следующие выводы: имитационное моделирование позволяет проводить исследование процессов обработки сигнальных потоков в сети IMS не только для сценария регистрации, но и для других про-

---

цедур обслуживания; полученные результаты можно использовать как при проектировании, так и при эксплуатации данных сетей; построенная модель в среде GPSS обеспечивает возможность оценки пропускной способности и временных параметров; данная модель также может быть использована и в учебном процессе при изучении дисциплин «Сети связи», «Системы сигнализации» и «Моделирование систем и сетей связи», так как исследование сети IMS с помощью данной модели позволит обеспечить углубленное изучение и понимание процессов обслуживания вызовов в современных сетях связи.

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

#### Литература

1. **Bertin O. J.** Integrating IMS with web services to enable IP Multimedia Service Oriented Architectures Internet Multimedia Services Architecture and Applications // Proc. of IMSAA 2008 / 2nd International Conference. 2008. P. 1–4.
2. **Abhayawardhana V. S., Babbage R.** A Traffic Model for the IP Multimedia Subsystem (IMS) // IEEE 65th Vehicular Technology Conference / VTC2007-Spring, 2007. P. 783–787.