

УДК 681.142

**ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ
В DTN СЕТЯХ**

Б.А. Крылов, А.Е. Курников

Приведено краткое обоснование необходимости исследования качества работы телекоммуникационных сетей, в частности, сетей DTN (Delay-Tolerant Networks), терпимых к задержкам времени. Рассмотрены основные отличия протоколов, используемых в традиционных компьютерных сетях и сетях DTN. Описана проблема использования стандартных протоколов в сетях, терпимых к задержкам времени. Сформулированы вопросы, которые необходимо решать в дальнейших исследованиях в этой области для повышения качества работы DTN сетей.

Ключевые слова: DTN сети, надежность сетей, задержки в каналах передачи данных.

Введение

В последнее время активное внедрение компьютерных сетей во многие области жизнедеятельности человека привело к тому, что одними из основных проблем в этом направлении являются проблемы пропускной способности каналов передачи информации, их функционирование и надежность. Как из-

вестно, в настоящее время основными показателями работы сети принято считать такие характеристики, как надежность, функциональность, пропускная способность и др. [1].

Особенности работы протоколов в сетях DTN

Одним из ключевых показателей качества работы компьютерной сети является надежность передачи информации по сети, а именно, вероятность доставки сообщения до получателя, время, за которое это сообщение будет доставлено, и равнозначность отправленного и полученного сообщений.

Однако существуют ситуации, в которых показатель вероятности того, что сообщение вообще дойдет до принимающего устройства, может стремиться к нулю. Так, например, в случае нарушения или отсутствия соответствующей технической инфраструктуры сигнал просто не дойдет до ближайшего узла коммутации, как это может быть в случае природных или техногенных катастроф [2]. Также в одной из самых важных для человечества, космической отрасли, в настоящее время весьма существенной проблемой является увеличенное время отклика сигнала, которое наблюдается при сеансах межпланетной и спутниковой связи. Например, в случае передачи сигнала на орбитальные станции других объектов Солнечной системы время задержки может достигать нескольких часов. Так, сигнал с Земли до Сатурна идет около часа [3].

Не вызывает сомнения тот факт, что надежность обеспечения сверхдальней космической связи является очень актуальной в настоящее время. Даже если рассматривать такую знакомую всем область как использование мобильной связи, то и в этом случае также в современных коммуникационных сетях мобильной телефонии часто встречаются ситуации, при которых становится невозможным передавать информацию в сети. Например, в случае большой загрузки базовой станции мобильной сети и превышении максимально допустимого (критического) времени отклика выполнение запросов к серверу оказывается весьма проблематичным.

Чтобы изменить ситуацию в лучшую сторону, предпринималось множество попыток разработать новые протоколы (правила передачи данных в сети), так как существующие традиционные протоколы с такой задачей не справляются. Передача данных может вообще не состояться, и сообщение может не быть получено в силу особенностей существующих протоколов.

В настоящее время сценарий работы традиционных протоколов для работы сетей базируется на определенных предположениях. Так, одним из главных предположений, лежащих в основе стандартного протокола для компьютерных сетей TCP/IP, является то, что времена задержки на всем протяжении пути пакета от источника к месту назначения невелики. Для установления соединения в протоколе TCP используется правило «three way handshake»: время установления соединения пропорционально значению времени задержки пакета в сети. Но если задержки времени являются достаточно большими, то, например, обычный браузер (средство просмотра страниц в Интернете) как правило, выдает сообщение «Ошибка номер 403 – Ресурс не найден», – и информация не сможет быть получена пользователем. Кроме того, следует заметить, что перед отправкой пакета в традиционных сетях необходимо осуществлять преобразование адреса из доменного имени в IP-адрес, а затем из IP-адреса в MAC-адрес. Такое преобразование предполагает наличие соответствующей инфраструктуры, а именно, – определенных DNS-серверов, маршрутизаторов, шлюзов и т.д. Если такая инфраструктура отсутствует, работоспособность сети будет нарушена практически на всех уровнях модели OSI, начиная с отсутствия связи на физическом уровне и заканчивая невозможностью работы приложений на верхнем уровне.

Трудности использования традиционных протоколов в сетях с задержкой времени касаются не только транспортного уровня и протокола TCP/IP, но и протоколов прикладного уровня. Использование традиционного протокола прикладного уровня (HTTP) становится затруднительным, поскольку схема работы HTTP-протокола, основанная на том, что в ответ на первоначальный GET-запрос некой порции данных (например, HTML-страницы), создаются дополнительные GET-запросы для получения встроенных в страницу объектов (например, изображений), предполагает те же условия работы, что и схема работы протокола TCP. Таким образом, можно сделать вывод, что в сетях с задержкой времени интерактивный обмен многочисленными сообщениями становится невозможен ни с теоретической, ни с практической точек зрения.

Для решения проблем TCP/IP протокола в сетях с большими временами задержки передачи сообщений разработан новый протокол сетевого уровня DTN (Disruption-Tolerant Networking), предложенный Кевином Фолом [4]. Данный протокол основан на парадигме «хранить данные и перенаправлять их дальше». Этот протокол оперирует специальными единицами информации – bundle. По сути, bundle – это сообщение, содержащее в себе, наряду со значимым для приложения содержимым, также и необходимую для маршрутизации информацию. Узлы DTN, обмениваясь bundle'ами, хранят их. По мере появления связи со следующим узлом данный bundle пересылается дальше, пока не будет достигнут узел назначения или время жизни bundle'а истечет.

DTN (Delay-Tolerant Networking), изначально разработанный как протокол дальней космической связи, получает все большее применение и в компьютерных сетях. В разработке протокола принимал участие Винт Серф (Vint Cerf), ныне вице-президент компании Google. Изначально DTN был задуман как

«межпланетный Интернет», а в данный момент представляет собой протокол для сетей с большим временем задержки сигнала. Однако следует заметить, что традиционный протокол передачи данных прикладного уровня по семиуровневой модели OSI – HTTP не может решить возникающие в новых условиях проблемы, т.е. работать «поверх» DTN в DTN сетях из-за своих особенностей, таких как многочисленные пары «запрос–ответ», необходимых для загрузки одной страницы. DTN существенным образом отличается от привычных протоколов (например, TCP или UDP). Его особенностью является доставка данных вне зависимости от текущего состояния каналов связи. Для «классических» протоколов в случае невозможности доставки данных в «текущий» момент они удаляются. В DTN реализован иной принцип работы: «сохрани и передай» (Store and Forward) [5]. При получении данных для узла, в настоящий момент находящегося вне зоны доступа, данные сохраняются. После нахождения маршрута до получателя (или самого получателя) данные передаются на следующий узел. Одновременно с разработкой подобных протоколов встает проблема оценки надежности и качества работы такой сети. Очевидно, что модели надежности для сетей, работающих на традиционном протоколе TCP, в случае DTN сети не подходят. Кроме того, очевидно, что при сохранении аппаратной части компьютерной сети при переходе на протокол DTN изменится сегмент транспортной сети, отвечающий за технологию передачи данных.

На рисунке представлена архитектура протоколов, используемых в DTN сетях.



Рисунок. Архитектура DTN протоколов

В связи с вышеизложенным возникает необходимость в частичной модификации протокола HTTP для работы в DTN сетях. Дальнейшие исследования в этой области сосредотачиваются на возможности разработки соответствующих средств прикладного уровня, способных работать в сетях DTN. Характеристики качества и надежности работы DTN сетей складываются из качественного программного обеспечения, из технической инфраструктуры и коммуникационных линий сети. Качество работы сети характеризуется, прежде всего, ее устойчивостью к сбоям, минимизацией времени для восстановления после сбоя, а также вероятностью доставки сообщения до получателя и другими не менее важными характеристиками функционирования сети. Для дальнейшего сравнения моделей оценки качества и надежности традиционных и DTN сетей необходимо оценить реализацию одних и тех же функций. Однако сравнение сетей, построенных на традиционных протоколах передачи данных, и DTN сетей является достаточно сложной и интересной задачей. Необходимо выделить основные характеристики качества телекоммуникационных сетей, по которым можно оценивать и сравнивать работу сетей, а также сделать выводы о качестве функционирования данных сетей. Эти предпосылки могут лечь в основу дальнейших исследований в этой области.

Заключение

Приведено краткое обоснование необходимости исследования качества работы телекоммуникационных сетей, в частности, сетей DTN, терпимых к задержкам времени. Дается краткое описание отличий работы DTN сетей от традиционных телекоммуникационных сетей. Приводится описание необходимости разработки характеристик DTN сетей для построения модели надежности функционирования данных сетей. В работе описываются протоколы традиционных и DTN сетей и их особенности. Описана проблема использования стандартных протоколов в сетях, терпимых к задержкам времени. Сделан вывод о необходимости модификации традиционных сетевых протоколов для их использования в DTN сетях. Сформулированы вопросы, которые необходимо решать в дальнейших исследованиях в этой области для повышения качества работы DTN сетей. В дальнейшем представляется интересным создание программного комплекса для диагностики телекоммуникационных DTN сетей, расчета их надежности и оценки качества функционирования.

Литература

1. ИСО/МЭК 9126 Информационные технологии. Оценка продукции программного обеспечения. – Женева: Международная организация стандартов, 1991. – С. 1–6.

2. Wood Lloyd, Holliday Peter, Floreani Daniel and M. Wesley. Eddy, Sharing the dream // Workshop on the Emergence of Delay-/Disruption-Tolerant Networks (E-DTN), part of the International Conference on Ultra Modern Telecommunication (ICUMT). – St. Petersburg: Russia, 14 October, 2009. – P. 1–2.
3. Ivancic Will, Eddy Wes, Wood Lloyd, Northam James and Chris Jackson. Experience with delay-tolerant networking from orbit // International Journal of Satellite Communications and Networking, special issue for best papers of ASMS 2008. – September-December 2010. – V. 28. – Is. 5–6. – P. 335–351.
4. Special issue on DTN // Journal of Communications. – 2010. – V. 5. – № 2. – P. 106–130.
5. Wood Lloyd, Holliday Peter, Floreani Daniel and Psaras Ioannis. Moving data in DTNs with HTTP and MIME // Workshop on the Emergence of Delay-/Disruption-Tolerant Networks (E-DTN), part of the International Conference on Ultra Modern Telecommunication (ICUMT). – St. Petersburg: Russia, 14 October 2009. – P. 1–4.

Крылов Борис Алексеевич

– Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кандидат технических наук, доцент, krylovb@mail.ru

Курников Арсений Евгеньевич

– Университет Аалто, Финляндия, научный сотрудник, arseny07@mail.ru