



данных. Для наглядного представления результатов тестирования в системе предусмотрена возможность экспорта полученных результатов в файл формата «.doc» с помеченными маркером некорректными пунктами.

На рис. 3 приведена структурная схема разрабатываемой системы. В ее состав входят:

- 1) подсистема расчета абонентской платы и тарификации, в состав которой входят:
 - подсистема настройки параметров тестирования, которая позволяет настроить проведение тестирования согласно требуемому заданию (выбрать вид тестирования, а также дополнить выбранные вид дополнительными тест-кейсами);
 - подсистема расчета и анализа числовых характеристик, которая производит расчет, а также сверку фактических результатов с ожидаемыми;
- 2) подсистема работы с базой данных тест-кейсов, в которой хранятся все имеющиеся на данный момент скрипты тестирования;
- 3) файловая подсистема, которая обеспечивает сохранение и загрузку данных в файл и из файла соответственно;
- 4) подсистема конфигураций, которая содержит словари для работы с аннотациями и информацию о доступе к базам данным (способам подключения, паролям, пользователям);
- б) подсистема работы с базой данных БД, в которой хранятся результаты проведенного тестирования, а также сведения, на которой итерации были произведены изменения устраняющие ошибки;
- 5) справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователю) и об ее разработчике.



Рис. 3. Структурная схема системы



В качестве средств разработки был выбран язык программирования C#, среда программирования Visual Studio 2010. Работа с базой данных осуществляется с помощью СУБД Oracle Database 11g Enterprise Edition Release. Система функционирует под управлением операционной системы Windows 7.

Заключение

Разработанная система позволяет осуществлять не только функциональное тестирование тарификации и абонентской платы, но и проводить регрессионное тестирование на влияние изменений в биллинге. Она будет использоваться инженерами отдела тестирования и контроля качества компании «МегаФон».

Литература

- 1 Бахрах, М. Биллинг в информационной системе оператора связи [Текст]. – М.: Мобильные системы, 2001. – С. 12-14.
- 2 Кузнецов, А. Биллинговые системы в России: состояние и тенденции развития [Текст]. – М.: Мир связи, 1999. – С. 52-64.
- 3 Куликов, С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс [Текст]/ С. Куликов.– М.: Ерам Systems, 2000. – С.5-7.

П.Н. Полежаев, А.П. Миронов, Р.И. Поляк

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РАЗРАБОТОК ДЛЯ МНОГОАДРЕСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

(ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»)

В связи с тем, что технология программно-конфигурируемых сетей является новой и не используется интернет провайдерами, разработки в сфере многоадресной передачи трафика в программно-конфигурируемых сетях представлены в основном различными статьями, отражающими результаты немногочисленных исследований.

Чаще всего в своих работах авторы сравнивают разработанные ими системы с традиционными протоколами маршрутизации трафика. Для IPTV основным протоколом является PIM [1] при том, что в традиционных и программно-конфигурируемых сетях для управления широковещательными группами используется стандарт IGMP [2]. Например, в своей работе [3] Lucas Bondan из университета Universidade Federal do Rio Grande представил исследование, в котором протестировал передачу потокового видео в программно-конфигурируемой сети. В публикации в качестве алгоритма маршрутизации был выбран алгоритм Дейкстры, который был модифицирован для работы в программно-конфигурируемых сетях. В своей работе автор сравнивает два решения – OpenMcast и Multiflow. Контроллер OpenMcast представляет собой реализацию с использованием стандарта IGMP и протокола маршрутизации DVMRP [4] широковещательных операций, свойственный для традиционных сетей, в среде программно-конфигурируемых сетей. Этот контроллер основ-



вается на протоколе IGMP, в котором реализовано распространение управляющих пакетов в сети. Multiflow, в свою очередь, представляет собой приложение, которое запускается на OpenFlow-контроллере [5] NOX. Как только контроллером NOX определяется топология сети, приложение Multiflow начинает отслеживать любое появление IGMP-пакетов в сети OpenFlow. Multiflow, основанный на IGMP, идентифицирует пакеты, в которых узлом назначения является широковещательная группа. Далее Multiflow выполняет все операции, идентичные работе протокола IGMP в традиционных сетях с той разницей, что при идентификации IGMP- пакетов Multiflow распознает запросы клиента и с помощью алгоритма Дейкстры находит наиболее оптимальный путь между клиентом и сервером. При установке пути Multiflow также использует информацию о топологии сети и загруженности каждого из узлов и соединений, доступную ему, как приложению контроллера OpenFlow. Хотя разница между решениями невелика, знание топологии сети и использование алгоритма Дейкстры сильно сокращает время между появлением запроса клиента и отправкой первого пакета ответа, что на практике означает уменьшение времени переключения каналов. Авторы приводят следующие результаты: использование системы Multiflow значительно уменьшает количество служебных широковещательных пакетов тем самым снижая нагрузку на сетевую инфраструктуру, а также снижается время отклика.

В статье исследователя Christina Thorpe [6] для тестирования используется модифицированный алгоритм Дейкстры, который вычисляет наилучший путь на основе весов ребер между вершинами. В статье подробно описан принцип работы алгоритма Дейкстры в программно-конфигурируемых сетях за исключением функции расчета веса между ребрами в графах. Кратчайший путь между узлами рассчитывается при получении первого пакета от неизвестного ранее узла. Исследователями был разработан свой собственный модуль маршрутизации, которым они заменили стандартный модуль контроллера Floodlight. Сам алгоритм представляет собой реактивный метод маршрутизации, в котором за основу веса каждого из ребер взято качество видео, которое может быть передано по данному ребру. Таким образом вес ребра растет при ухудшении качества видео, которое он может передать. В процесс работы алгоритма, если контроллер принимает сообщение LINK_DOWN от программно-конфигурируемого коммутатора, то удаляются все записи, в которых содержится удаляемое ребро, происходит перерасчет маршрутов для всей сети в связи с изменившейся ситуацией. Для предотвращения потери пакетов все пакеты не удовлетворяющие правилам обрабатываются непосредственно контроллером и передаются им сразу на выходной коммутатор. В случае, если контроллер не успел изучить топологию и перестроить маршруты, трафик отправляется коммутатором с удаленным ребром на все его порты. Такое решение может привести к дублированию пакетов в сети но, не позволит возникнуть ситуации, когда пакеты не будут доставлены до пункта назначения. В случае, если с одного коммутатора в течении 5 секунд приходит более одного сообщения о перегрузке, то коммутатор полностью исключается из всех маршрутов построенной се-



ти. Ошибки перегрузки отправляются при нарушении метрик, описанных в статье.

В работе индийских авторов из IBM Research [7] описывается сравнение стандартного алгоритма маршрутизации PIM-SM с их собственным алгоритмом AvRA. AvRA представляет собой алгоритм маршрутизации, который строит дерево широковещания пытаясь добавить нового члена широковещательной группы в уже существующее дерево. Алгоритм работает за полиномиальное время. Отличительной особенностью AvRA от PIM-SM является, то что алгоритм ищет кратчайший путь не до источника, а до существующего дерева. В теории такой поиск может быть легко осуществлен нахождением пути от каждого узла до добавляемого узла, но это трудоёмко на практике. Вследствие этого AvRA является эвристическим методом, это означает, что при худшем стечении обстоятельств AvRA будет работать также, как PIM-SM. Алгоритм AvRA оптимизирован под топологии Tree и FatTree, которые чаще всего используются в центрах обработки данных.

Для тестирования разработанного алгоритма авторы используют контроллер OpenDaylight, симулятором работы сети является Mininet, для создания трафика используется инструмент iPerf. Топология сети и результаты исследования представлены в статье, общим результатом применения алгоритма авторами является уменьшение числа простаивающих соединений до 0%. Также максимальная нагрузка соединений при использовании системы, предложенной авторами, составляет 73%, что является значительным улучшением, так как при использовании стандартных методов 1.5% соединений имеют загруженность более 100%.

В статье [8] исследовательским коллективом предлагается концепция гибко настраиваемых широковещательных сервисов, которые могут удовлетворять требованиям широкого круга пользователей. Данная концепция предполагает разбиение сети на множество слоев, каждый из них ориентирован на конкретный класс широковещательного трафика. В своей работе авторы рассматривают два широковещательных класса: сервис широковещательной передачи текстовых сообщений и сервис трансляции медиа трафика. Разработанный авторами прототип широковещательных сервисов использует OpenFlow версии 1.3, в качестве контроллера применяется сетевая операционная система Ryu. Также исследователи использовали стандартные API, включенные в состав Ryu, такие как Discovery и MPLS. Система реализует функции управления широковещательными группами, определение наиболее оптимального алгоритма широковещательной маршрутизации для конкретного слоя сети. Авторы использовали два алгоритма маршрутизации KMB и SPT (Shortest Path Tree). В результате они пришли к выводу, что невозможно создать один универсальный алгоритм, который был бы применим к любому типу широковещательного трафика, но можно создать систему, которая комбинирует различные подходы к маршрутизации и может выбирать наиболее оптимальный алгоритм под конкретные задачи, что и было реализовано исследователями.



Анализ рассмотренных систем показывает, что каждая из них имеет свою специализацию, и каждый из алгоритмов лучше использовать под конкретные цели. Во всех рассмотренных исследованиях использование широких возможностей программно-конфигурируемых сетей позволяло добиться значительных улучшений некоторых параметров. Так как широкополосное вещание используется в различных сферах с разными, зачастую противоположными требованиями к передаче трафика, то разработка универсального алгоритма невозможна, что напрямую или косвенно указывается большинством из авторов. Также было рассмотрено большое количество контроллеров, каждый из которых обладает рядом недостатков и преимуществ, однако наилучшие результаты показали контроллеры OpenDaylight и Ryu. Данные сетевые операционные системы отличаются высокой производительностью, наличием развитого сообщества, хорошей документированностью, наличием большого количества встроенных модулей и удобством создания собственных.

В дальнейшем планируется реализовать многоадресную маршрутизацию на основе схемы, предложенной в статье [9]. Для формирования оптимального дерева широкополосного вещания будет решаться задача Штейнера с помощью модификации муравьиного алгоритма. Будут разработаны аналоги протоколов IGMP и PIM для программно-конфигурируемых сетей. Для обеспечения оптимального качества в процессе передачи трафика предлагается маркировать пакеты при помощи тегов OpenFlow.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №16-07-01004 и №15-07-06071), Президента Российской Федерации, стипендии для молодых ученых и аспирантов (СП-2179.2015.5).

Литература

1. Fenner, B., Handley, M., Holbrook, H., and I. Kouvelas, "Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification (Revised)", RFC 4601
2. Cain, B., Deering, S., Kouvelas, I., Fenner, B., and A. Thyagarajan, "Internet Group Management Protocol, Version 3", RFC 3376
3. Bondan L., Müller L. F., Kist M. Multiflow: Multicast clean-slate with anticipated route calculation on OpenFlow programmable networks //Journal of Applied Computing Research. – 2013. – Т. 2. – №. 2. – С. 68-74
4. Waitzman, D., Partridge, C., and S. Deering, "Distance Vector Multicast Routing Protocol", RFC 1075
5. Openflow. The first standard communications interface defined between the control and forwarding layers of an SDN architecture <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/openflow>
6. Thorpe, C.; Olariu, C.; Hava, A.; McDonagh, P., Experience of developing an openflow SDN prototype for managing IPTV networks //Integrated Network Management (IM), 2015 IFIP/IEEE International Symposium on. – IEEE, 2015. – С. 966-971.



7. Iyer A., Kumar P., Mann V. Avalanche: data center multicast using software defined networking //Communication Systems and Networks (COMSNETS), 2014 Sixth International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 1-8.

8. Shengquan Liao; Xiaoyan Hong; Chunming Wu; Bin Wang; Ming Jiang, "Prototype for customized multicast services in software defined networks," // Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2014 22nd International Conference pp.315-320, 17-19 Sept. 2014

9. Полежаев П.Н., Ушаков Ю.А., Шухман А.Е., Бахарева Н.Ф. Применение технологии программно-конфигурируемых сетей для многоадресной передачи широкополосного мультимедийного трафика в системах IPTV // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2015. – №3. – С. 84-90. – ISSN 2077-7175

А.Н. Разумов, Д.О. Маркин

СИСТЕМА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ МОБИЛЬНОГО АБОНЕНТСКОГО УСТРОЙСТВА

(Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации)

За последние годы наблюдается бурный рост популярности мобильных абонентских устройств (МАУ). По прогнозам аналитических агентств [1] к 2017 году почти половина эксплуатируемых в организациях устройств будет относиться к мобильным. Причиной такой популярности МАУ в первую очередь является увеличение их производительности и функциональных возможностей, что ведет к повышению возможностей работы с корпоративными информационными ресурсами организации. Однако использование МАУ в корпоративной среде с конфиденциальной информацией в настоящее время ограничено, поскольку существующие средства защиты информации не позволяют обеспечить конфиденциальность информации при доступе к ней пользователей с использованием МАУ. Отсутствие таких средств защиты создает технические каналы утечки конфиденциальной информации, увеличивает возможности нарушителей по несанкционированному доступу, подмене или компрометации важных данных.

Для обеспечения необходимого уровня конфиденциальности информации в организации МАУ, в частности, смартфоны и планшеты, должны соответствовать требованиям в области информационной безопасности: обеспечивать конфиденциальность, целостность и доступность данных (ГОСТ Р 50922–2006).

В настоящее время существует ряд технических решений, позволяющих управлять некоторыми функциональными возможностями МАУ на основе установленной политики безопасности организации. Такими решениями являются так называемые системы управления мобильными устройствами Mobile Device Management (MDM). Они представляют собой систему функций по защите и управлению данными и приложениями на МАУ. MDM является