

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ СЛАЙСИНГА В СЕТЯХ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

С. Мухизи^{1*}, Р. В. Киричек¹

¹ СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

* Адрес для переписки: samno1@yandex.ru

Аннотация

Технологии мобильной связи пятого поколения стремительно развиваются ввиду того, что для новых приложений необходимо обеспечить качественно другие характеристики качества обслуживания, которые на сегодняшний день еще не реализованы. В настоящее время выделяется два приоритетных параметра для будущих сетей – это высокая скорость передачи данных до 10 Гб/с на уровне доступа и сверхмалые задержки при передаче из конца в конец, которые будут до 1 мс. В этой связи остро встает вопрос разработки методов управления сетью. Основной концепцией управления в сетях пятого поколения будет переход к программно-конфигурируемым сетям. Для задач управления сервисами и услугами в настоящее время разрабатываются принципы сегментации или слайсинга, которые будут освещены в статье. **Предмет исследования.** В статье рассматривается концепция слайсинга в сетях связи и особенности её применения в мобильных сетях 5G. **Метод.** Анализируется совместная интеграция сетевого слайсинга с технологиями SDN и NFV, а также рассматриваются основные проблемы на пути её реализации в сетях связи с позиции управления и мониторинга сегментов сети. **Основные результаты.** Предлагается новое архитектурное решение управления сетью связи, основанное на организации и размещения в общей сетевой инфраструктуре отдельных сетевых слайсов (network slices). Особенностью реализации является то, что каждый слайс изолирован и защищён от другого для улучшения возможностей представления конкретного типа сетевой услуги, а также совместного использования ресурсов между сетевыми слайсами. **Практическая значимость.** Новый подход к организации структуры сетей играет большую роль при внедрении программно-конфигурируемых сетей в сетях 5G/IMT-2020.

Ключевые слова

мобильные сети 5G/IMT-2020, слайсинг в сетях связи, сетевой слайс, SDN, NFV.

Информация о статье

УДК 004.72

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 28.09.17, принята к печати 01.12.17.

Ссылка для цитирования: Мухизи С., Киричек Р. В. Анализ технологии слайсинга в сетях связи пятого поколения // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 4. С. 57–63.

ANALYSIS OF NETWORK SLICING TECHNOLOGY FOR 5G NETWORKS

S. Muhizi^{1*}, R. Kirichek¹

¹ SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation

* Corresponding author: samno1@yandex.ru

Abstract—5G mobile communication technologies are rapidly developing due to the fact that new applications seemingly require qualitatively different characteristics of quality of service, which have not yet been implemented. Currently, there are two main parameters for future networks: high data transfer rate, up to 10 Gbps at the access level and ultra-low latency for end-to-end data transmission, down to 1 ms. For this, acutely rises the question of developing network management methods. The main management concept in the 5G mobile communication technologies will be the transition to software-defined networks. For services management, at the present time, are being developed principles of network segmentation or network slicing, which will be covered in the article. **Research subject.** The article considers concept of slicing in communication networks and its application for 5G mobile networks. **Method.** The joint integration of network slicing with SDN/NFV technologies is analyzed; is also reviewed main challenges for network slicing implementation road-map in communication networks from a slice management and monitoring point of view. **Core results.** A new architectural solution for network management is proposed, based on the organization and placement of independent network slices on a common network infrastructure. A main feature of this implementation is that each slice is isolated and secured to improve slice capabilities to deliver particular type of network service while sharing infrastructure resources with other network slices. **Practical relevance.** The new architectural approach to network organization plays a key role in the implementation of software-defined networks in networks 5G/IMT-2020.

Keywords—Mobile networks 5G/IMT-2020, slicing, network slice, SDN, NFV.

Article info

Article in Russian.

Received 28.09.17, accepted 01.12.17.

For citation: Muhizi S., Kirichek R.: Analysis of network slicing technology for 5G networks // Telecom IT. 2017. Vol. 5. Iss. 4. pp. 57–63 (in Russian).

Введение

Новые технологические тенденции, такие как искусственный интеллект, Интернет Вещей (IoT), большие данные (*Big Data*), виртуальная и дополненная реальность и т. д. меняют жизнь вокруг нас. Их появление означает, что постепенно переходим на новую эру технологий мобильных связей 5G/IMT-2020 [1, 2, 3].

Технология мобильной связи пятого поколения (5G/IMT-2020), в настоящее время находится на стадии тестирования и оценки возможностей. Согласно рекомендации, ITU-R M.2083-0 по концепции IMT-2020, проектируется выпуск на рынке телекоммуникационных услуг к 2020 г. Одна из основных идей развития сетей связи 5G/IMT-2020 является необходимость отвечать на рост требования пользователей различных услуг, которым существующие технологии сетей связи не способны удовлетворять.

В перспективе, технология мобильной связи 5G/IMT-2020 способна обеспечить более высокие скорости передачи данных, уменьшение временной задержки и установление более надежных соединений.

На рынке телекоммуникационных услуг, с учетом постоянном росте пользователей проектируется, что к 2025 г. количества подключенных устройств достигнет более 20–50 млрд единиц [4]. Соответственно, как некогда проявляются требования использовать более адаптированные к требованиям пользователей сетевых инфраструктур. Принципы и возможности виртуализации процессы и их управления, которые могут осуществлять технологии виртуализации сетевых функции (NFV) и программно-конфигурируемых сетей (SDN)¹ становятся ключевыми элементами архитектуры будущих сетей для удовлетворения потребностям будущей мобильных связей. С помощью этих технологий, мобильные связи 5G/IMT-2020 могут обеспечивать нужные программируемость, гибкость, масштабируемость и т. д., необходимы для построения разных логических (виртуальных) сетей по конкретному типу задачи, не меняя инфраструктурную платформу. Эти логические с общими ресурсами сети являются сетевыми слайсами (network slices). Цель данной работы является анализом функциональности и возможностей технологии слайсинга в сетях связи и её возможных ограничений.

Концепции слайсинга в сетях связи

Будущее мобильные сети связи должны упрощать процесс настройки сети по требованиям к конкретным предоставленным услугам, в частности установление требуемой скорости передачи данных, задержки, надежности, безопасности и других сервисов для различных категорий пользователей. Для этого в мобильных сетях 5G/IMT-2020 введена технология слайсинга.

Концепция слайсинга в сетях связи была раньше предложена в контекстах архитектур распределенных сервисов и приложений; но его использование в мобильных сетях связи является новейшим. С точки зрения оператора мобильной связи, слайсинг состоит в создании по потребностям пользователей, набор логически независимых сетей (сетевые слайсы), размещенных по общей физической инфраструктуре; каждый из которых настроена для представления специфически определенных услуг. Концепция сетевого слайсинга показана на рис. 1.

Сетевой слайс может быть представлен как виртуальную сеть работающая независима от ее физической инфраструктурной сети. К примеру, виртуальный сетевой мост между виртуальным узлом сети и его физическим узлом. Виртуальный узел сети может выполнить специальные ряды сетевых услуг как обычный физический сетевой узел (маршрутизатор, брандмауэр, или сервер сетевых услуг). Установление виртуальных сетевых мостов может быть осуществлен SDN коммутатором. Технология SDN [5, 6] позволяет администратором управлять физической сетью, для того чтобы выделить необходимые ресурсы для созданного сетевого слайса. А виртуальный сетевой узел может быть установлен при использовании технологией NFV. Технологии SDN и NFV позволяют слайсинг в сетях связи удовлетворять требованиям по высокой степени гибкости сети².

¹ TR-526. Applying SDN Architecture to 5G Slicing. 2016.

² TR-518. Relationship of SDN and NFV. 2015.

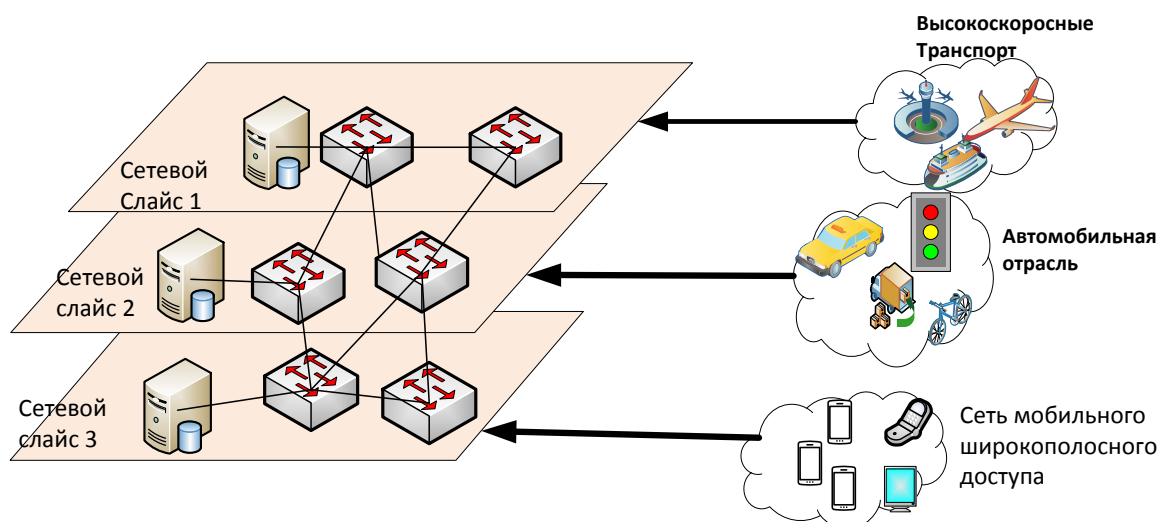


Рис. 1. Архитектура сетевого слайсинг в сетях связи 5G/IMT-2020

Необходимости применения технологии слайсинга в сетях связи

Согласно рекомендации, ITU-T Y.3111, реализации слайсинга в мобильных сетях связи 5G/IMT-2020 преимущественно для сетевых администраторов и дизайнеров, благодаря в основном следующим наборам способностей:

- **Изоляция сетевых слайсов:** полная изоляция сетевого слайса дает возможности управлять параллельными независимыми сетевыми слайсами. В результате чего сетевые сбои, перегрузки или другие угрозы безопасности в одном слайсе не повлияют на работу других в сети. Более того, каждый сетевой слайс должен иметь независимые функции обеспечения безопасности, которые приостанавливают неавторизованные попытки доступа на чтение или запись информации о конфигурации, управлении или учету.
- **Гибкая виртуализации сетевых функций:** в отличие от традиционных сетей, в которых все сервисы состоят из одних и тех же функций, с помощью технологии слайсинга, каждая служба может зависеть от других функций.
- **Упрощенные сервисные цепочки в домене виртуализации:** технология NFV позволяет использовать сетевые функции в независимости от их физического размещения. Однако, оптимальное размещение сетевых функций улучшает возможности сети.
- **Прозрачное управление сетевых слайсов:** благодаря уровню абстрагирования физических сетевых ресурсов, технология слайсинга в сетях связи позволяет устанавливать сетевые слайсы для сетей разных доменов.

Рис. 2 иллюстрирует гибкость сетевых виртуальных функций в мобильных сетях связи 5G/IMT-2020 при реализации технологии слайсинга.

Один сетевой слайс специально ориентирован на обеспечение сверхмалой задержки и высокой надежности (например, автономные транспортные средства) другой сетевой слайс, например, предназначен для устройств, не имеющих большой аккумуляторной мощности (например, датчики) и для которых важно низкое энергопотребление, а другой, к примеру, для сервисов, требующих сверхвысокие скорости.



Рис. 2. Сетевые виртуальные функции в мобильных сетях связи 5G/IMT-2020 и соответствующие ими требования для сетевых слайсов

Интеграция технологий SDN и NFV в технологии слайсинга в сетях связи

Организация сетей с программируемыми параметрами (SDN) и виртуализация сетевых функций (NFV) представляют собой будущее индустрии электросвязи, в которой виртуализированные инфраструктуры и услуги обеспечивают беспрецедентную гибкость и программируемость сети³.

В течение последних пяти лет SDN и NFV совершенствовались благодаря уникальному взаимодействию организаций по стандартизации с сообществами разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом, которые вместе меняют методы внедрения новых технологий. Инновационные отраслевые группы, такие как группа ETSI ISG (*Industry Specification Group*) по NFV и организация ONF (*Open Networking Foundation*) по SDN создали эталонные архитектуры, обосновали сценарии использования и изменили требования к составным элементам, которые являются неотъемлемой частью NFV и SDN^{4, 5}. Архитектура сетей SDN поддерживает принципы сетевого слайсинга поскольку SDN позволяет управлять общеинфраструктурной сетью и эффективно поддерживать несколько клиентских экземпляров сети [3].

Рис. 3. иллюстрирует пример интеграции технологий SDN и NFV для реализации слайсинга в сетях связи 5G/IMT-2020 [7].

³ Там же.

⁴ Huawei. URL: <http://www.huawei.com/en/news/2017/10/5G/IMT-2020-Bearer-Slicing-Router-EANTC-Testing>

⁵ Ericsson. URL: <https://www.ericsson.com/en/networks/topics/network-slicing>

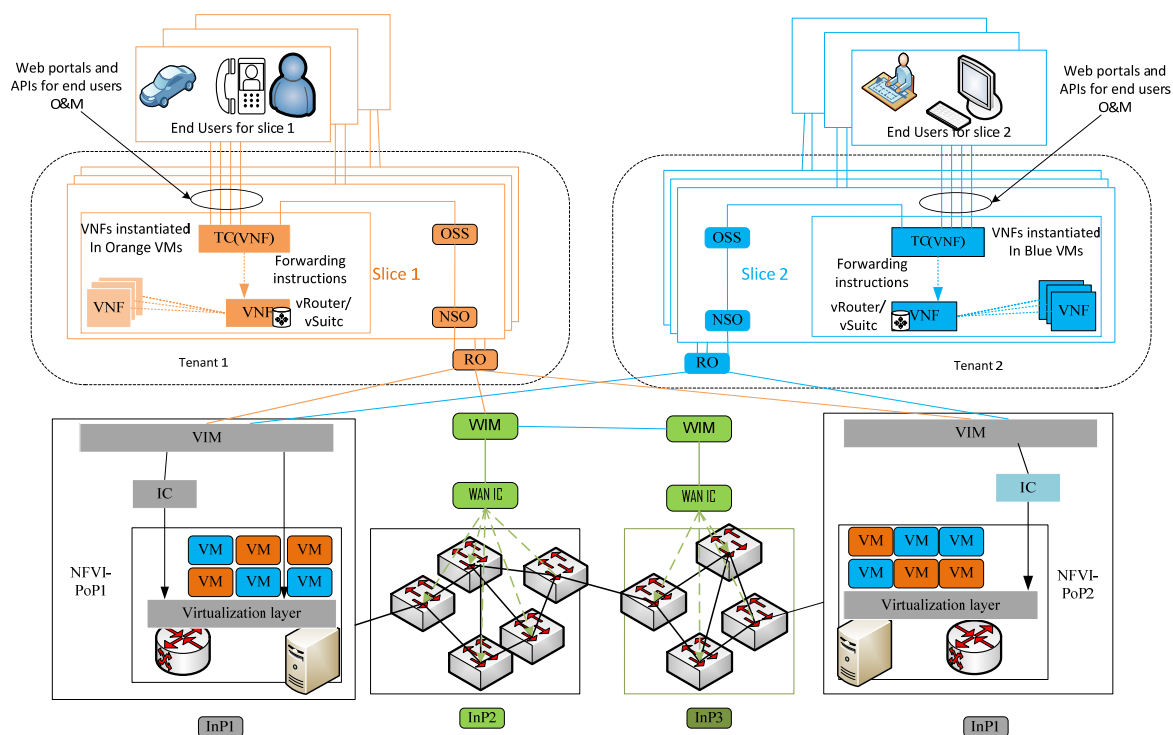


Рис. 3. Архитектурная схема сетевых срезов для SDN и NFV

Заключение

Технология слайсинга в сетях связи поддерживает ряд разнообразных возможностей пользования для разнообразных требований к предоставляемым сетевым услугам на общеинфраструктурной сетевой платформе. Учитывая, что в мобильных сетях 5G/IMT-2020 ожидаются огромные разнообразные требования, необходимы новые и более гибкие подходы реализации поддержки гибкости бизнес-моделей и будущих инновационных технологий, ускорения их применения и управления для поддержки вариантов их использования. Сетевой слайсинг уже рассматривается как ведущий компонент к пути осуществления этих инновационных технологий для оптимального использования сетевых инфраструктур. Кроме того, технология позволяет провайдерам сетевых услуг создать и управлять группами защищенных ресурсов пользователям и приложениям.

Работы по тестированию возможностей использования технологии слайсинга в мобильных сетях 5G/IMT-2020 уже захватили лидеры на рынке телекоммуникаций. SK Telecom и Ericsson продемонстрировали возможности слайсинга в мобильных сетях 5G/IMT-2020, а также компания Huawei успешно протестировала внедрения технология слайсинг в его сетевые инфраструктуры.

Литература

1. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
2. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич, 2011. 312 с.
3. Muthanna A., Masek P., Hosek J., Fajdiak R., Hussein O., Paramonov A., Koucheryavy A. Analytical Evaluation of D2D Connectivity Potential in 5G/IMT-2020 Wireless Systems // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9870. pp. 395–403.

4. Anderson T. Laying the Foundation for 5G. Cisco Knowledge Network. 2015.
5. Muhizi S., Shamshin G., Muthanna A., Kirichek R., Vladyko A., Koucheryavy A. Analysis and Performance Evaluation of SDN Queue Model // International Conference on Wired/Wireless Internet Communication (WWIC). 2017. pp. 26–37.
6. Muthanna A., Khakimov A., Gudkova I., Paramonov A., Vladyko A., Kirichek R. OpenFlow Switch Buffer Configuration Method // International Conference on Future Networks and Distributed Systems (ICFNDS). 2017.
7. Vladyko A., Muthanna A., Kirichek R. Comprehensive SDN Testing Based on Model Network // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9870. pp. 539–549.

References

1. Koucheryavy A. Internet of Things // *Electrosvyaz*'. 2013. No. 1. pp. 21–24.
2. Koucheryavy A., Prokopiev A., Koucheryavy Y. Self-Organizing Networks. SPb.: Lyubavich, 2011. 312 p.
3. Muthanna A., Masek P., Hosek J., Fujdiak R., Hussein O., Paramonov A., Koucheryavy A. Analytical Evaluation of D2D Connectivity Potential in 5G/IMT-2020 Wireless Systems // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9870. pp. 395–403.
4. Anderson T. Laying the Foundation for 5G. Cisco Knowledge Network. 2015.
5. Muhizi S., Shamshin G., Muthanna A., Kirichek R., Vladyko A., Koucheryavy A. Analysis and Performance Evaluation of SDN Queue Model // International Conference on Wired/Wireless Internet Communication (WWIC). 2017. pp. 26–37.
6. Muthanna A., Khakimov A., Gudkova I., Paramonov A., Vladyko A., Kirichek R. OpenFlow Switch Buffer Configuration Method // International Conference on Future Networks and Distributed Systems (ICFNDS). 2017.
7. Vladyko A., Muthanna A., Kirichek R. Comprehensive SDN Testing Based on Model Network // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9870. pp. 539–549.

Мухизи Самуэль

– аспирант, СПбГУТ, Санкт-Петербург,
193232, Российская Федерация,
samno1@yandex.ru

Киричек Руслан Валентинович

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
kirichek@sut.ru

Muhizi Samuel

– Postgraduate, SPbSUT, St. Petersburg,
193232, Russian Federation, samno1@yandex.ru

Kirichek Ruslan

– Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232,
Russian Federation, kirichek@sut.ru