

МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ УСТРОЙСТВ И ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Ю. Э. Авакян*, Р. В. Киричек, В. А. Кулик

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

*Адрес для переписки: avakyanyulia@gmail.com

Аннотация

В данной работе рассматриваются методы тестирования каналов передачи данных при функциональной нагрузке трафиком, генерируемым устройствами и приложениями Интернета вещей. Исследование каналов передачи данных проводится согласно следующим параметрам качества обслуживания: пропускная способность, сетевые задержки, сетевой джиттер, процент потерянных пакетов. Для измерения данных параметров предлагается использовать следующие виды тестирования: стрессовое тестирование, нагрузочное тестирование. Для определения моделей функциональной нагрузки была разработана модельная сеть для исследования трафика, включающая в себя устройства и приложения Интернета вещей. Рассмотренные методы могут быть использованы для разработки систем тестирования каналов передачи данных Интернета вещей.

Ключевые слова

Интернет вещей, нагрузочное тестирование, стресс-тестирование, качество обслуживания, методы генерации.

Информация о статье

УДК 621.391

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 04.03.2019, принята к печати 30.12.19.

Ссылка для цитирования: Авакян Ю. Э., Киричек Р. В., Кулик В. А. Методы тестирования каналов передачи данных для устройств и приложений Интернета вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 3. С. 20–25. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-3-20-25.

METHODS OF DATA CHANNELS TESTING FOR THE IOT DEVICES AND APPLICATIONS

Y. Avakyan*, R. Kirichek, V. Kulik

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

*Corresponding author: avakyanyulia@gmail.com

Abstract—This paper discusses methods for testing data channels under a functional load of traffic generated by devices and applications of the Internet of things. The research of data channels is carried out according to the following quality of service parameters: throughput, network latency, network jitter, packet loss percentage. To measure these parameters, it is proposed to use the following types of testing: stress testing, benchmark testing. A model network including devices and application of the Internet of things was developed to define functional load models. The considered methods can be used to develop systems for testing data channels of the Internet of things.

Keywords—The Internet of things, stress testing, benchmark testing, quality of service, generation methods.

Article info

Article in Russian.

Received 04.03.2019, accepted 30.12.19.

For citation: Avakyan Y., Kirichek R., Kulik V.: Methods of Data Channels Testing for the IoT Devices and Applications // Telecom IT. 2019. Vol. 7. Iss. 3. pp. 20–25 (in Russian). DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-3-20-25.

Интернет вещей представляет собой вычислительную сеть устройств, подключенных к интернету и оснащенных технологиями взаимодействия друг с другом и внешней средой. Данная технология связывает людей с вещами и вещи между собой в режиме реального времени. В качестве вещей могут выступать объекты физического мира, включающие окружающую среду, оборудование, программное обеспечение, роботов и т. д. [1].

Важным критерием оценки работы сетевых приложений является качество обслуживания, представляющее собой способность сети обеспечивать необходимый сервис заданному трафику и удовлетворять предполагаемые потребности пользователей. Параметрами, определяющими качество обслуживания, являются: пропускная способность среды передачи данных, задержка при передаче пакета, джиттер, потеря пакетов.

Для обеспечения соответствующего качества обслуживания услуг связи, необходимо проводить комплексное тестирование устройств и приложений Интернета вещей [2].

Методы тестирования устройств и приложений Интернета вещей. Стресс-тестирование

Данный метод тестирования используется с целью определить устойчивость системы в условиях, превышающих пределы нормального функционирования,

например, исследование времени отклика системы на высоких или пиковых нагрузках.

Стресс-тестирование сети осуществляется с помощью нагрузки данной сети интенсивным трафиком и последующим анализом полученных результатов [3]. В результате тестирования определяются следующие параметры: пропускная способность среды передачи данных, задержка при передаче пакета, джиттер, потеря пакетов.

Нагрузочное тестирование

Нагрузочное тестирование применяется для определения уровня производительности, времени отклика системы на внешние запросы и сбора показателей. Основной целью данного метода тестирования является создание определенной ожидаемой в системе нагрузки и дальнейшее наблюдение, анализ и оценка показателей производительности тестируемой системы [4].

В связи с различием трафика Интернета вещей и классическим трафиком конвергентных сетей связи, возникает необходимость тестирования существующего оборудования сетей связи на устойчивость к подобному типу трафика.

Тестирование каналов передачи данных устройств и приложений Интернета вещей будет проведено на базе сети, изображенной на рис.

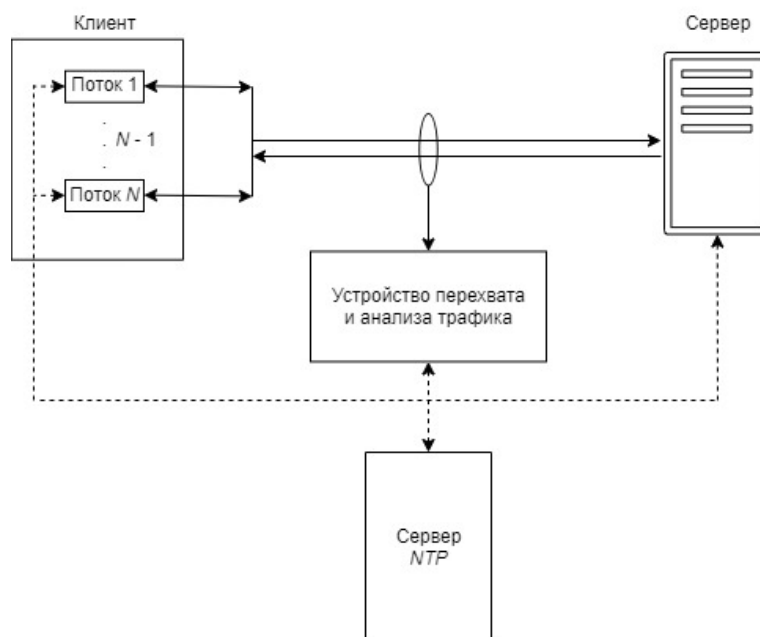


Рис. Архитектура модельной сети

Классификации трафика

Путем анализа существующих решений в рамках Интернета вещей были выделены следующие основные типы трафика:

- видео трафик;
- голосовой трафик;
- текстовый трафик;
- трафик состояния датчиков;

- трафик воздействия на актуаторы;
- служебный трафик;
- веб-трафик.

Несмотря на то, что каждое устройство Интернета вещей имеет различные алгоритмы функционирования, существуют основные виды сценариев работы таких устройств [5, 6]:

- Регулярный. Сценарий, при котором устройство отправляет данные на удаленный сервер через определенный временной интервал.
- Событийно-ориентированный. Сценарий, осуществляемый по наступлению какого-либо события, например, отправка информации о состоянии устройства, запрос данных и т. д.

Вероятностные распределения для анализа

В дальнейшем необходимо провести эксперимент по исследованию трафика от приложений на реальных устройствах Интернета вещей, а также провести анализ для создания системы генерации трафика Интернета вещей. Для этого определены вероятностные распределения для следующих параметров интенсивности поступления пакетов и распределения размеров пакетов [7]:

- Гамма-распределение. Формула распределения:

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} * \int_0^{\lambda x} t^{\alpha-1} e^{-t} dt,$$

где λ – параметр масштаба,
 α – параметр формы ($\lambda > 0, \alpha > 0$).

- Бета-распределение первого рода. Формула распределения:

$$F(x) = \frac{1}{B(u,v)} \int_0^x t^{u-1} (1-t)^{v-1} dt,$$

где $B(u, v) = \int_0^1 t^{u-1} (1-t)^{v-1} dt$ – бета-функция,
 u, v – параметры формы ($u > 0, v > 0$).

- Распределение Вейбулла-Гнеденко. Формула распределения:

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^c\right),$$

где α, c – параметры формы ($c > 0, \alpha > 0$).

- Показательное распределение. Формула распределения:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x},$$

где λ – параметр масштаба, интенсивность случайной величины ($\lambda > 0$).

- Распределение Эрланга. Формула распределения:

$$F(x) = e^{-\lambda x} \sum_{i=m}^{\infty} \frac{(\lambda x)^i}{i!},$$

где λ – параметр масштаба ($\lambda > 0$),

m – параметр формы, порядок распределения ($m \geq 1$).

- Распределение Парето. Формула распределения:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{x_0}{x}\right)^\alpha, x > x_0,$$

где x_0 – параметр положения ($x_0 > 0$),

α – параметр формы ($\alpha > 0$).

- Эмпирическое распределение. Формула распределения:

$$F(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(X_i < x),$$

где $F_n^*(x)$ – эмпирическая функция распределения, построенная по выборке $X = (x_1, \dots, x_n)$ объема n .

Генераторы случайных чисел

Необходимо разработать генератор трафика Интернета вещей для тестирования существующих каналов передачи данных на устойчивость его влиянию. Выбранные вероятностные распределения генерируются согласно алгоритмам формирования ряда случайных чисел, приведенных в [7].

Заключение

В данной статье были изучены различные методы тестирования каналов передачи данных Интернета вещей, а также были выбраны критерии качества обслуживания. Далее было проведено исследование существующих видов трафика Интернета вещей и была разработана классификация, описывающая основные виды трафика и сценарии их работы. Для проектирования системы тестирования каналов передачи данных Интернета вещей были выбраны различные вероятностные распределения и изучены методы генерации выборки случайных чисел согласно данным распределениям.

На базе разработанной модельной сети и выбранных вероятностных распределений будет проведен анализ различных видов трафика, представленных в разработанной классификации. Выбранные методы генерации случайных чисел будут использованы при разработке программно-аппаратного комплекса для проведения тестирования производительности каналов передачи данных Интернета вещей.

Литература

1. Kanstrén T., Mäkelä J., Karhula P. Architectures and Experiences in Testing IoT Communications // IEEE 11th International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops, Vasteras. 2018. pp. 98–103.
2. Кулик В. А., Выборнова А. И. Методы комплексного тестирования устройств Интернета вещей // Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN-2016): материалы Девятнадцатой международной научной конференции: в 3 томах / Под ред. В. М. Вишневого, К. Е. Самуйлова, Москва, 2016 г. М.: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2016. С. 305–312.

3. Борисова М. В., Киричек Р. В. Методы тестирования технологий передачи данных устройств Интернета вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2018. Т. 6. № 2. С. 27–34.
4. Kruger C. P., Hancke G. P., Benchmarking Internet of things devices // 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Porto Alegre. 2014. pp. 611–616.
5. Киричек Р. В., Кулик В. А. Исследование и генерация трафика промышленного Интернета Вещей // Труды учебных заведений связи. 2019. Т. 5. № 3. С. 27–36.
6. Парамонов А. И. Разработка и исследование комплекса моделей трафика для сетей связи общего пользования : дис. ... докт. техн. наук; 05.12.13 / Парамонов Александр Иванович. СПб., 2014. 325 с.
7. Вадзинский Р. Н. Справочник по вероятностным распределениям. М.: Наука, 2001. 295 с.

References

1. Kanstrén T., Mäkelä J., Karhula P. Architectures and Experiences in Testing IoT Communications // IEEE 11th International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops, Vasteras. 2018. pp. 98–103.
2. Kulik V. A., Vybornova A. I. Methods of Complex Testing the Devices of the Internet of Things // Proceedings of the 19th International Conference on Distributed and Computer and Communication Networks, DCCN 2016, held in Moscow, Russia, in November 2016. pp. 305–312.
3. Borisova M., Kirichek R.: Approaches to the Testing of Technologies for the Transmission of Data of Devices of INTERNET of Things // Telecom IT. 2018. Vol. 6. Iss. 2. pp. 27–34 (in Russian).
4. Kruger C. P., Hancke G. P., Benchmarking Internet of things devices // 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Porto Alegre. 2014. pp. 611–616.
5. Kirichek R., Kulik V. Industrial Internet of Things Traffic Research and Generation. Proceedings of Telecommunication Universities. 2019;5(3):27–36. (in Russ.) Available from: <https://doi.org/10.31854/1813-324X-2019-5-3-27-36>.
6. Paramonov A. I. Razrabotka i issledovaniye kompleksa modeley trafika dlya setey svyazi obshchego polzovaniya : dis. ... dokt. tekhn. nauk; 05.12.13 / Paramonov Aleksandr Ivanovich. SPb.. 2014. 325 с.
7. Vadzinskiy R. N. Spravochnik po veroyatnostnym raspredeleniyam. M.: Nauka. 2001. 295 s.

- Авакян**
Юлия Эдурдовна – студентка, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, avakyanulija@gmail.com
- Киричек**
Руслан Валентинович – доктор технических наук, профессор, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, kirichek@sut.ru
- Кулик**
Вячеслав Андреевич – аспирант, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, vslav.kulik@gmial.com
- Avakyan Yulia** – Student, SUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, avakyanulija@gmail.com
- Kirichek Ruslan** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, SUT, St. Petersburg, 193232, kirichek@sut.ru
- Kulik Vyacheslav** – Postgraduate, SUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, vslav.kulik@gmial.com