DOI: 10.17117/na.2016.08.01.204

<http://ucom.ru/doc/na.2016.08.01.204.pdf>

Поступила (Received): 31.08.2016

Дзюбенко И.Н., Татарникова Т.М. Модель сборки пакетов данных в территориально распределенной сети IoT

Dzubenko I.N., Tatarnikova T.M.
Model Assembly of the data packets in a
geographically distributed network IoT

В статье предлагается модель сборки пакетов в шлюзах территориально распределенной сети IoT

Ключевые слова: интернет вещей, шлюз, взаимодействие сетей, сборка пакета, время сборки пакета данных, аналитическая модель

Дзюбенко Иван Николаевич

Студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Татарникова Татьяна Михайловна

Доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

The paper proposes a model of the packets Assembly in the gateway of a geographically distributed network IoT

Key words: internet of things, gateway, interoperability, Assembly, package build time of the data package, analytical model

Dzubenko Ivan Nikolaevich

Student

Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Tatarnikova Tatiana Mikhailovna

Doctor of Engineering Sciences, Professor

Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Введение.

При физической организации территориально распределенной сети интернета вещей (Internet of things – IoT) задачи преобразования форматов пакетов одной сети в формат другой, управления скоростями и согласование протоколов на границах взаимодействия беспроводных сенсорных сетей с глобальной сетью Интернет решаются в шлюзах (рис.1) [1, с. 92, 2 с. 28]. Многоэтапность процесса передачи данных в IoT позволяет оценивать его вероятностно-временные характеристики, прибегая к методу декомпозиции [3, 4].

Предлагается модель сборки пакетов в шлюзах территориально распределенной сети IoT.

Сборка, которая представляет собой последовательный процесс накопления, увеличивает задержку в шлюзе и требует специального рассмотрения [5, с. 166, 6, с. 177].

Рис. 1. Шлюз в территориально-распределенной IoT

Пусть объем буфера сборки W ($W > 1$) – это число пакетов, которые приходят со стороны сенсорной сети и собираются в один пакет для передачи, например, в сеть Internet. Предположим, что источник пакетов имеет счетчик C , представим его работу системой обслуживания, на которую поступает пуассоновский поток с интенсивностью λ пак/с. Значение C уменьшается на единицу, когда пакет данных передается на шлюз. Буфер накапливает до $W-1$ пакетов и затем при поступлении W -го пакета вновь устанавливает счетчик C , который к этому времени достиг нуля ($j=W, i=0$), в положение W .

Таким образом, состояние рассматриваемой сети задается парой чисел i и j , где i – значение счетчика; j – число запросов в накопителе ($0 \leq i \leq W, 0 \leq j \leq W, 0 \leq i+j \leq W$). Тогда число находящихся в сети пакетов будет равно $n = W - (i + j)$. Двумерная система уравнений равновесия для вероятностей состояний p_{ij} позволит найти все интересующие параметры численными методами вычислений [7, с. 3, 8, с. 143]. Вместо решения этой общей системы уравнений обратимся к частному случаю, когда интенсивность поступления пакетов равна пропускной способности системы обслуживания μ ($\lambda = \mu$), что соответствует рассматриваемому случаю. Тогда двумерная система уравнений состояния, включающая i и j , приводится к системе, содержащей только j . При $\lambda = \mu$ система обслуживания C и обслуживающий прибор по сути одно и то же обслуживающее устройство. Поэтому достаточно определить стационарные вероятности p_j состояния накопителя W

$$\begin{aligned}
 u(w)p_0 &= u(1)p_{w-1}, \\
 u(w-1)p_1 &= u(w)p_0, \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 u(1)p_{w-1} &= u(2)p_{w-2},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $u(n) = \mu n / (n+1)$ – пропускная способность сети, равная произведению интенсивности обслуживания μ и вероятности обслуживания.

Решая систему уравнений для p_j , найдем

$$p_j / p_0 = u(w) / u(w-j). \tag{2}$$

Суммируя по всем состояниям и приравняв сумму 1 найдем

$$p_j = \frac{(w-j)+1}{(w-1)(w+T_w)}, \tag{3}$$

где параметр T_w равен сумме

$$T_w = \sum_{j=1}^w 1/j. \tag{4}$$

Производительность системы (шлюза) обслуживания γ вычисляется с помощью равенства (2) и находится в виде

$$\gamma = \frac{\mu W}{W + T_w}, \tag{5}$$

а среднее число пакетов $E(n)$ в системе

$$E(n) = \sum_{n=1}^W np(n) = \frac{\gamma}{\mu} \left(\frac{1+W}{2} + 1 \right). \tag{6}$$

Тогда на основании формулы Литтла нормированная задержка равна

$$\mu E(T) = \frac{E(n)}{\gamma/\mu} = \left(\frac{1+W}{2} + 1 \right). \tag{7}$$

Таким образом, время, необходимое на сборку пакета равно

$$E(T) = \frac{W \left(\frac{1+W}{2} + 1 \right)}{\mu}. \tag{8}$$

Таблица 1

L_1 , байт	L_2 , байт	W	μ , пак/с	$E(T)$, с
128	53	3	10 000	$0,9 \cdot 10^{-3}$
256	53	5	50 000	$0,4 \cdot 10^{-3}$
1024	53	20	50 000	$4,6 \cdot 10^{-3}$

Примем размер накопителя $W = \lceil L_1/L_2 \rceil$, где $\lceil \cdot \rceil$ – означает операцию округления в сторону большего; L_1 – длина пакета сети Internet, в байтах, L_2 – длина пакета сенсорной сети, в байтах, производительность шлюза – μ , пакетов в секунду (пак/с). В табл. 1 представлены некоторые результаты.

Список используемых источников:

1. Татарникова Т.М. Структурный синтез центра сопряжения корпоративных сетей // Информационно-управляющие системы. 2015. № 3(76). С. 92-98.
2. Колбанев М.О., Татарникова Т.М., Малков К.О. Подход к организации адаптивного согласующего центра корпоративной сети // Информационно-управляющие системы. 2008. № 3. С. 28-31.
3. Кутузов О.И., Татарникова Т. М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. СПб.: РГГМУ, 2012.
4. Кутузов О.И., Сергеев В.Г., Татарникова Т.М. Коммутаторы в корпоративных сетях. Моделирование и расчет. СПб: Судостроение, 2003.
5. Татарникова Т.М. К расчету основных характеристик шлюза распределенных сетей // Труды учебных заведений связи. 2000. № 166. С. 62.
6. Аль-Хаками Али Мохаммед Омар, Татарникова Т.М. Оценка вероятностно-временных характеристик сетей хранения данных SAN // Программные продукты и системы. 2009. № 4. С. 177-179.
7. Воробьев А.И., Татарникова Т.М., Применение генетического алгоритма для решения задачи обеспечения отказоустойчивости вычислительного кластера // Управление, экономика, транспорт, право. 2011. №1(9). С. 3-9.
8. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Модель оценки характеристик локальной вычислительной сети корабля // Теоретические и прикладные проблемы науки и образования в 21 веке. 2012. С. 143-144.

© 2016, Дзюбенко И.Н., Татарникова Т.М.
Модель сборки пакетов данных в территориально
распределенной сети IoT

© 2016, Dzubenko I.N., Tatarnikova T.M.
Model Assembly of the data packets in a
geographically distributed network IoT