

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА MQTT ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

Житковский Е.А., Ельников Е.П., Тонко И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. Информация является важнейшим ресурсом успешной работы. В основном процесс передачи информации осуществляется через интернет. Он соединяет множество типов сетей, каждая из них содержит выделенный компьютер, называемый сервером. Для соединения с сервером используются различные способы передачи информации. Важным критерием в этом является выбор сетевого протокола передачи данных. Одним из которых является *MQTT* протокол, который преимущественно используется во встраиваемых системах. В данной статье проведён анализ протокола передачи данных *MQTT*.

Ключевые слова: встраиваемые системы, интернет вещей, сетевой протокол

Введение. *MQTT* (*MQ Telemetry Transport*) – это легкий протокол обмена сообщениями, который предоставляет сетевым клиентам с ограниченными ресурсами простой способ распространения телеметрической информации. Протокол, который использует шаблон связи «публикация/подписка», используется для связи между устройствами и играет важную роль в Интернете вещей [1].

В данной статье автором показано, что использование сетевого протокола *MQTT* во встраиваемых системах позволяет устройствам с ограниченными ресурсами успешно работать в условиях нестабильной связи на линии передачи данных без потери сообщений, экономить трафик при за счёт компактных сообщений и т.д.

Основная часть. Основные особенности протокола *MQTT*:

- асинхронный протокол;
- компактные сообщения;
- работа в условиях нестабильной связи на линии передачи данных;
- поддержка нескольких уровней качества обслуживания (*Quality of Service, QoS*);
- легкая интеграция новых устройств [1].

Протокол *MQTT* является хорошим выбором для беспроводных сетей, которые испытывают различные уровни задержки из-за случайных ограничений полосы пропускания или ненадежных соединений. В случае разрыва соединения подписывающего клиента с брокером брокер буферизует сообщения и отправляет их подписчику, когда он снова подключается. Если соединение между клиентом публикации и посредником будет отключено без предварительного уведомления, посредник может закрыть соединение и отправить подписчикам кэшированное сообщение с инструкциями от издателя.

Устройства *MQTT* используют определенные типы сообщений для взаимодействия с брокером, ниже представлены основные:

- *connect* – установить соединение с брокером;
- *disconnect* – разорвать соединение с брокером;
- *publish* – опубликовать данные в топик на брокере;
- *subscribe* – подписаться на топик на брокере;
- *unsubscribe* – отписаться от топика.

Поскольку протокол *MQTT* призван быть протоколом для устройств с ограниченными ресурсами и устройств интернета вещей, *SSL/TLS* не всегда может быть вариантом, а в некоторых случаях может быть нежелательным [2].

MQTT называется облегченным протоколом, потому что все его сообщения имеют небольшой размер. Каждое сообщение состоит из фиксированного заголовка, необязательного переменного заголовка, полезной нагрузки сообщения и уровня качества обслуживания (*QoS*).

Три различных уровня качества обслуживания определяют, как контент управляется протоколом *MQTT*. Хотя более высокие уровни *QoS* более надежны, они предъявляют больше требований к задержке и пропускной способности, поэтому подписывающиеся клиенты могут указать самый высокий уровень *QoS*, который они хотели бы получить.

Простейшим уровнем *QoS* является неподтверждающий сервис. Этот уровень *QoS* использует последовательность пакетов *publish*; издатель отправляет сообщение брокеру один раз, а брокер передает сообщение подписчикам один раз. Не существует механизма, обеспечивающего правильное получение сообщения, и посредник не сохраняет его. Этот уровень *QoS* также может упоминаться как «максимум 1 раз» больше один раз, *QoS0* или сбрасывать и забывать.

Второй уровень *QoS* – подтверждающий сервис. Этот уровень *QoS* использует последовательность пакетов *publish/puback* между издателем и его посредником, а также между посредником и подписчиками. Пакет подтверждения проверяет, что контент был получен, и механизм повтора снова отправит исходный контент, если подтверждение не получено своевременно. Это может привести к тому, что подписчик получит несколько копий одного и того же сообщения. Этот уровень *QoS* также может упоминаться как «минимум один раз» или *QoS1*.

Третий уровень *QoS* – гарантированное обслуживание. Этот уровень *QoS* доставляет сообщение с двумя парами пакетов. Первая пара называется *publish/pubrec*, а вторая пара называется *pubrel/pubcomp*. Две пары гарантируют, что независимо от количества повторных попыток сообщение будет доставлено только один раз. Этот уровень *QoS* также может называться «ровно один раз» или *QoS2* [2].

Для того, чтобы количественно оценить объем передаваемых данных при использовании протокола *MQTT* с различным параметром *QoS*, были проанализированы транзакции клиент-сервера и количество передаваемых байтов. В таблице 1 содержится информация о количестве байтов и пакетов, передаваемых за одну транзакцию.

Таблица 1 – Количество байт и пакетов, передаваемых за одну транзакцию

<i>QoS</i>	<i>MQTT QoS0</i>	<i>MQTT QoS1</i>	<i>MQTT QoS2</i>
Байты	75	135	255
Пакеты	1	2	4

Сообщение делится на две части: полезную информацию и служебную. Эти части влияют на затраты ресурса каналов и энергии батарей питания. Для улучшения эффективности требуется снижение служебной информации. В таблице 2 показано отношение служебной информации к полезной в процентах при передаче одного сообщения.

Таблица 2 – отношение полезной информации к служебной

<i>QoS</i>	<i>MQTT QoS0</i>	<i>MQTT QoS1</i>	<i>MQTT QoS2</i>
Полезная информация, %	19,8	14,5	12,3
Служебная информация, %	80,2	85,5	87,7

В *MQTT* с *QoS0* служебные поля в пакете занимают небольшой объем, поэтому при сеансе связи тратится малое количество энергии. Интернет Вещей в основном передают дан-

ные по радиозфиру или *WiFi*, поэтому проблема энергопитания будет важна для увеличения жизненного цикла устройства. Таким образом, удастся избежать постоянной передачи данных и неэффективной затраты энергии. Такой вариант подходит для устройств с ограниченным ресурсом.

На рисунке 1 представлены результаты анализа величины задержки при передаче сообщений.

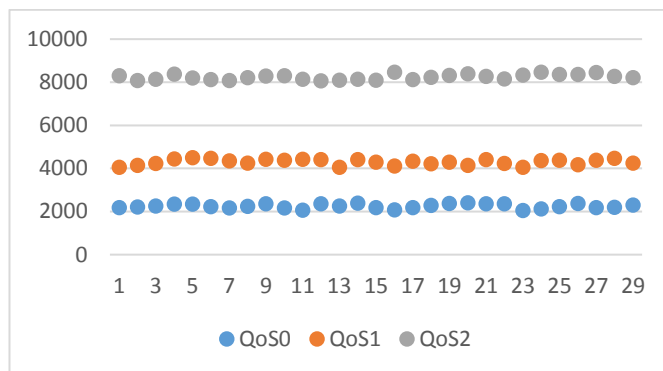


Рисунок 1 – величина задержки в миллисекундах для каждого сообщения

Таким образом, можно заметить, что несмотря на то, что при использовании *QoS1* и *QoS2* значительно увеличивается задержка при отправке сообщений, уменьшается процент потерянных сообщений. Если не учитывать этот факт, можно понести значительные потери пакетов, что может быть критично в некоторых системах. В других системах, где не так важно каждое сообщение можно получить значительное увеличение времени на передачу сообщений, что может быть критично при большом количестве сообщений маленького размера.

Список литературы

1. MQTT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mqtt.org>.
2. Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 188 с.

UDC 621.391.8

ANALYSIS OF USING THE MQTT NETWORK PROTOCOL IN EMBEDDED SYSTEMS

Zhitkovsky E.A., Elnikov E.P., Tonko I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus (style T-institution)

Piskun G.A. – PhD, associate professor

Annotation. Information is the most important resource for successful work. Basically, the process of transmitting information is carried out via the Internet. It connects many types of networks, each containing a dedicated computer called a server. Various methods of information transfer are used to connect to the server. An important criterion in this is the choice of a network data transfer protocol. One of which is the MQTT protocol, which is primarily used in embedded systems. This article analyzes the MQTT data transfer protocol.

Keywords. embedded systems, internet of things, network protocol