

## IoT 通信におけるエラー率を考慮した拡張 MQTT 法の評価 Evaluation on the Enhanced MQTT Methods with the Error Rates of IoT Transmission

遠藤 繁之<sup>†</sup> 内田 法彦<sup>†</sup> 柴田 義孝<sup>‡</sup>  
Shigeyuki Endo Noriki Uchida Yoshitaka Shibata

### 1. はじめに

Internet of Things(IoT)デバイスの急増に従って、軽量かつ低消費電力な IoT 通信プロトコルが求められている。そこで、シンプルで軽量、そして低消費電力を実現する通信プロトコルとして MQTT 法が普及している[1]。

しかし、現状の MQTT 法では、いくつかの問題も指摘されており、特に QoS 機能については、メッセージの優先度に注目するなど新たな機能が求められている[2]。

そこで、筆者らは災害時等で、緊急性の高いデータを優先する機能や、同時接続台数の改善により冗長性を確保した拡張 MQTT 法を提案し、Publisher の台数増加に伴う伝送遅延に関する評価を行った[3][4]。

そして、本稿では新たに提案する拡張 MQTT 法における、CPU 使用率、電力消費量、通信量、更に、多数同時接続時における通信エラー率について評価を行った。

### 2. 提案手法

拡張 MQTT 法では、QoS 機能と冗長性を改善するため、具体的に、図 1 の機能を提案する[3][4]。

- ① メタデータ領域を用いたメッセージ分類機能
- ② 分類済みメッセージを Priority Queue へ格納する機能
- ③ Queue からメッセージを取り出し、送信する機能

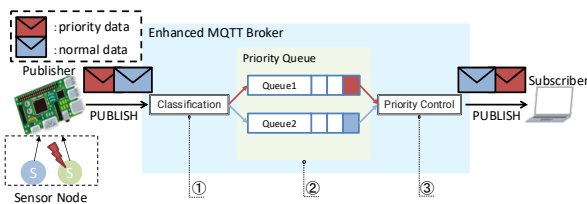


図 1 拡張 MQTT 法

図 1 において、例えば、早期土砂災害警報システムでは、加速度センサー等が異常値を示した場合、①により複数の優先度にメッセージが分類され、②により Broker 内の Priority Queue に分類され格納される。最後に、③によって、優先度の高い Queue から Subscriber に対してメッセージが送信されるようになっている。

そして、IoT システムを早期土砂災害警報システム等のリアルタイム性が重視されるシステムでは、低遅延、通信量、そして低エラー率の 3 点が重視され[5]、これまで筆者らは、関連論文[3]において、各優先度における伝送遅延やスループットの評価、関連論文[4]において、同時接続時における通信性能の改善を示し、有効性を示してきた。

<sup>†</sup> 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology

<sup>‡</sup> 岩手県立大学 Iwate Prefectural University

そこで本稿では、他にも早期土砂災害警報システムに求められる CPU 等の資源への負荷、低消費電力についても評価を行い[5]、更に多数同時接続時における通信量やエラー率について評価を行った。

### 3. 実験

本稿では、提案手法の有効性を検証するため、図 2 に示すプロトタイプシステムを構築し実験を行った。また、実験環境の詳細情報については表 1 に示す。

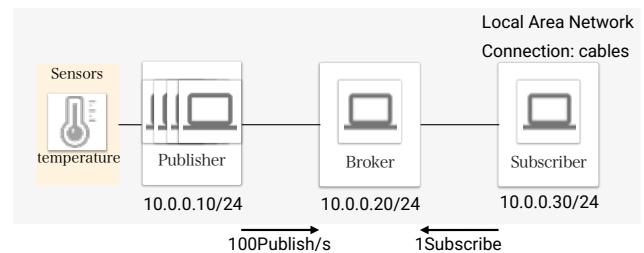


図 2 実験概要

表 1 実験環境

項目	設定値等
Publisher & Subscriber	Raspberry Pi3
Broker	Raspberry Pi4
Number of Publisher	100
Payload	100byte
Transmission Speed	100Mbps
Connection	Cables
Experiment Time	500s
Send/Receive Interval	100Publish/s

そして、実験は以下の手順で行った。

- ① 同一端末上にマルチスレッドで仮想 Publisher を生成
- ② (MQTT の場合)コネクション確立の作業
- ③ Broker 又は HTTP Server に一斉にメッセージを送信
- ④ Subscriber 端末上で送受信メッセージの整合性を検証

更に、多数同時接続時の通信性能を評価するため、1 秒ごとの Publish 回数を 100 から 1000 まで増やした際のエラー率も検証を行った。

### 4. 実験結果

#### 4.1 リソース使用率と消費電力の評価

その結果、図 3 で示すように、通信開始直後では拡張 MQTT 法(図中 eMQTT)は Publisher とのコネクションプロセスが必要となるため、CPU 使用率が高くなるが、その後、200 秒程度で HTTP と拡張 MQTT 法に大きな差は見られなくなった。

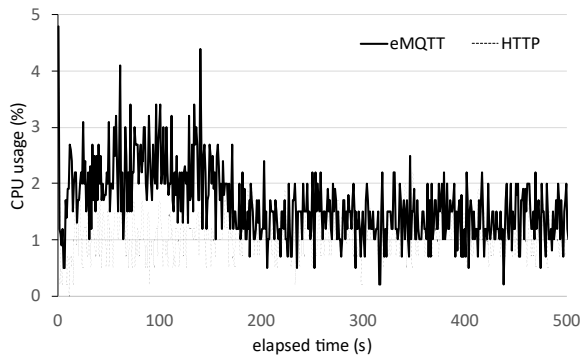


図 3 HTTP と拡張 MQTT 法の CPU 使用率の推移

次に、図 4 に HTTP、図 5 に拡張 MQTT 法における通信量の推移を示す。その結果、HTTP の平均消費量は Read:60KB/s, Write:40KB/s に対し、拡張 MQTT 法の平均消費量は Read:25KB/s, Write:20KB/s に留まっており、通信量における拡張 MQTT 法の有効性が確認できた。

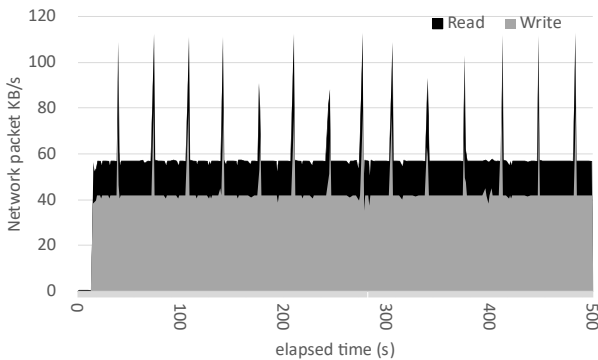


図 4 HTTP 通信量の推移

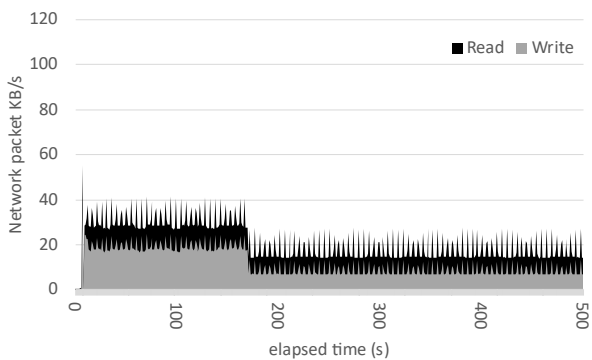


図 5 拡張 MQTT 法通信量の推移

また、図 6 に示した HTTP と拡張 MQTT 法の消費電力推移においても、評価機器の消費電力の大部分を通信で使用していたため、図 4 と図 5 の結果同様、拡張 MQTT 法に優位性が見られた。

最後に、メモリ使用率も同様に検証を行ったが、HTTP、拡張 MQTT 法、共にほとんど使用した形跡が見られず、OS が使用している 1000MB 程度に留まった。

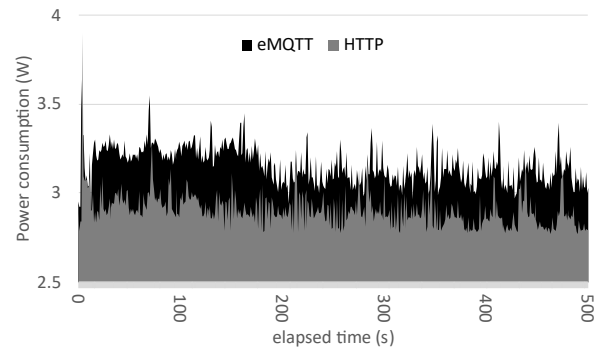


図 6 HTTP と拡張 MQTT 法の消費電力推移

#### 4.2 伝送エラー率の評価

図 7 に既存の MQTT 法と拡張 MQTT 法の多数同時接続数の比較を示す。その結果、MQTT では 300 台程度から急速にエラー率が上昇しているのに対し、拡張 MQTT 法では 600 台程度まで低いエラー率であることが確認でき、大きく通信性能が向上したことが分かる。

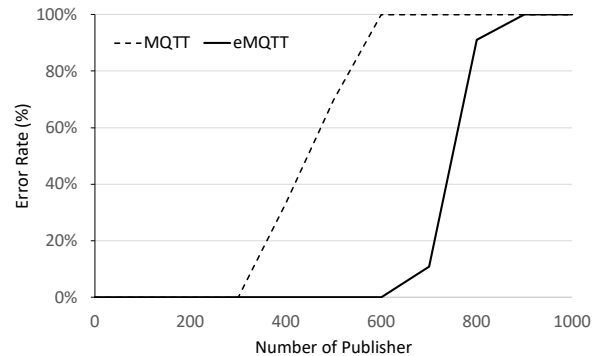


図 7 MQTT 法と拡張 MQTT 法の同時接続数比較

#### 5. おわりに

筆者らは、Broker に優先度制御を付与する拡張 MQTT 法を提案し、本稿では、CPU 等資源への負荷、低消費電力の他、エラー率の評価を行い、有効性を示した。

今後は、実機を用いて、早期土砂災害警報システム等の実証実験による評価を行っていく他、メッセージ優先度に関する新たなアルゴリズムについて検証を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K04972 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] OASIS, "MQTT Version 5.0", OASIS Standard, 2019.
- [2] BISWAJEEBAN MISHRA, ATTILA KERTESZ, "The Use of MQTT in M2M and IoT Systems: A Survey", IEEE Access, 8, 201071–201086(2020).
- [3] 遠藤繁之, 内田法彦, 柴田義孝, "IoT データにおける優先度を考慮した拡張 MQTT 法に関する提案", DICOMO2021, 2021.
- [4] 遠藤繁之, 内田法彦, 柴田義孝, "緊急度の高いメッセージにおける QoS 制御を考慮した拡張 MQTT 法に関する評価", 第 20 回情報科学技術フォーラム(FIT2021), 2021.
- [5] 土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報検討会, "土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報の活用の方について", <http://www.mlit.go.jp/common/001021004.pdf>, 参照 Jun.21, 2022.