

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 Evaluations on the Enhanced MQTT Methods with QoS Controls with Emergent Messages

遠藤繁之¹ 内田法彦² 柴田義孝³
Shigeyuki Endo Noriki Uchida Yoshitaka Shibata

1. はじめに

近年, Internet of Things(IoT)サービスの著しい普及により, 世界中の IoT デバイス数は 2022 年には 348.3 億台程度になると予測されている[1]. このような IoT デバイスの著しい増加により, 近年, IoT/M2M 向けの通信プロトコルとして低容量・高頻度かつ省電力な通信に特化した MQ Telemetry Transport(MQTT)が注目されている. MQTT は国際標準化団体(OASIS)によって標準化され[2], 処理能力や使用電力が限られた機器や環境でも動作するよう, Broker を介してメッセージのやりとりを行う Publish/Subscribe 型を採用しており, IoT 通信への応用が期待されている.

しかし, 現状の仕様において, MQTT が持つ QoS 機能は不十分であり, データベースプログラムの改善の必要性が指摘されている[3].

そこで, 本研究ではこれまで, メッセージの優先度に着目した新たな拡張 MQTT 法を提案し, 有効性について評価を行ってきた. そして, 本稿では複数のデバイスが定期的にメッセージを送信する状況において, 緊急を要するメッセージが突発的に発生する状況を想定し, 実証実験を通じて, その有効性を検証する.

2. 既存研究

2.1 MQTT

近年, M2M/IoT 通信が求めるシンプル・軽量かつ省電力な通信プロトコルとして MQTT が注目されている. MQTT とは, HTTP のようなリクエスト・レスポンス型を用いず, Broker と呼ばれる中継者を通じて通信を行う Publish/Subscribe モデルを採用し, IoT 分野において広く採用されている.

Publish/Subscribe モデルとは, **エラー! 参照元が見つかりません**. 左に示す, メッセージ送信者である「Publisher」が, 中央の Broker に対し, Topic と呼ばれる階層構造の識別子が付与されたメッセージを配信する(PUBLISH). Broker は右に示す, メッセージの受信者である「Subscriber」から, 受信する意思のある Topic 情報を予め登録しているため(SUBSCRIBE), 対応する Subscriber に対しメッセージを転送するといった制御を行う.

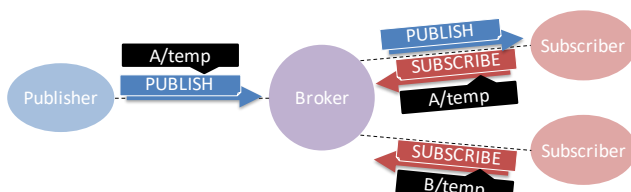


図 1 Publish/Subscribe モデルの概要

また, Publish/Subscribe モデルを採用する利点として, Publisher と Subscriber は, それぞれが確立・維持すべきコネクションは Broker と接続している通信路のみとなるため, 省電力化に繋がり, 実装によっては Broker がデータベースを持つこともあり, 耐障害性の向上が可能である.

そして, MQTT の仕様は, メッセージごとに到達保証のレベルを 3 段階に分けて設定可能な QoS 機能が存在し, 保証性を向上する設計となっている.

しかし, 現状の仕様において, MQTT が持つ QoS 機能はメッセージの到達保証を行うもので, メッセージの重要度に応じた順序保証は行われず, そのため, 本研究ではこれまで, MQTTv5.0[4]で追加されたメタデータ領域を用いた拡張 MQTT 法を提案し, 評価を行ってきた.

2.2 拡張 MQTT 法

拡張 MQTT 法は, **エラー! 参照元が見つかりません**. に示すように Broker に対し 3 つの機能を付与し, 優先度制御を行う. Broker は, Publisher から PUBLISH メッセージを受け取ると Classification 機能内で User Property と呼ばれるメタデータ領域の値を参照し, 優先度情報とメッセージ情報を Priority Queue へ転送する. Priority Queue 機能では, 受け取った 2 つの情報を基に, 対応するキューへの格納処理を行い, キューへの格納をトリガーに, キューイング処理を非同期で行う. その後, Priority Control 機能内で, キューイングによって一番優先度が高いと判断されたメッセージを取り出し, Subscriber への PUBLISH 処理までを非同期に行う.

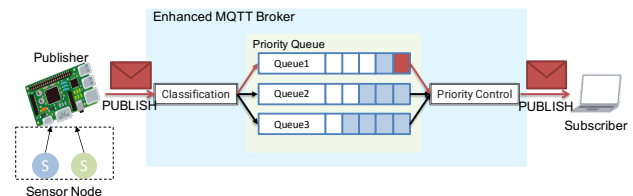


図 2 拡張 MQTT 法概要

このように, いくつかの非同期制御フローを取ることで, PUBLISH 等のメッセージが大量に発生した場合においても, 送信処理に影響を与えず Subscriber への PUBLISH 処理を安定化させることが可能である.

しかし, 本手法を評価するには, Publisher 数増加に伴う優先度比率の変化を想定した場合など, 評価実験を行う必要があると考えられる.

1 福岡工業大学大学院 Graduate School of Communication and Information Networking, Fukuoka Institute of Technology
2 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology
3 岩手県立大学 Iwate Prefectural University

3. 実験

3.1 実験シナリオ

本稿では、提案手法の有効性を検証するため、図 3 に示すシステム環境を想定している。図左側の塗りつぶされていないエリアは、常に温湿度や照度といった情報と、時間情報が記された IoT データが定期的が発生するエリアを示し、塗りつぶされたエリアは、地震や浸水等、緊急を要する場合のみ稼働するエリアを想定している。

このようなシステム構成では、塗りつぶされたエリアの情報をいち早く Subscriber へ送信することが求められるが、Broker に優先度制御機能が付与されていない場合には、塗りつぶされていないエリアの情報が先に転送される可能性があり、緊急性の高いメッセージを適切なタイミングで受信できない可能性がある。

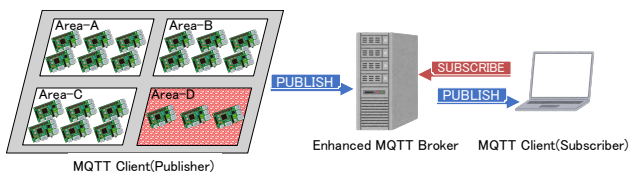


図 3 想定環境

このようなシナリオにおいて、拡張 MQTT 法の有効性を検証するため、図 4 に示す実験環境を構築した。実験では、Publisher 端末は同一の端末上にマルチスレッドで 100~500 台の Publisher Client を発生させ、各 Publisher は 90~490 個の低い優先度を持つセンサ情報と、10 個の高い優先度を持つセンサ情報を同時に送信する。そして、高い優先度情報を発生させる Publisher がメッセージの送信開始を行なった時刻と、Subscriber が優先度ごとの全てのメッセージを受信した時間の差を伝送遅延時間として計測し、拡張 MQTT 法の評価を行う。

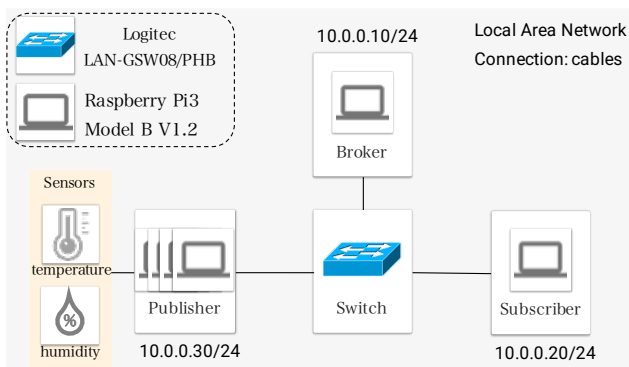


図 4 実験環境

4. 結果

実験では Publisher は同一の端末上にマルチスレッドで 100~500 台の Publisher を発生させ、Broker に対し同時に接続を確立した後、一斉に PUBLISH し、Subscriber が全ての高い優先度メッセージを受信し終わるまでの伝送遅延時間を計測した。また、本実験シナリオでは多数の低い優先度を持つメッセージと、少数の高い優先度を持つメッセージを同時に PUBLISH し、既存の MQTT 法と比較した。その結果を図 5 に示す。

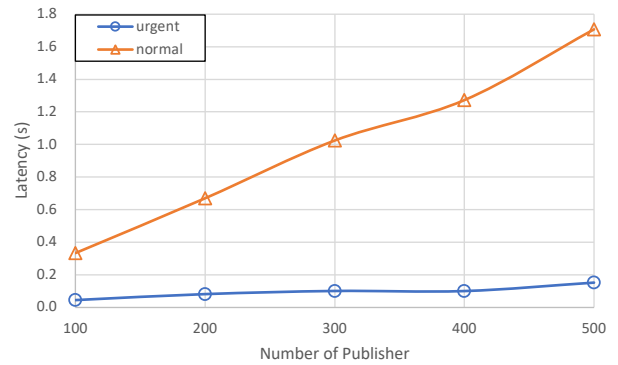


図 5 実験結果

図 5 中の三角は低い優先度を持つセンサ情報の伝送遅延を、丸は高い優先度を持つセンサ情報の伝送遅延を示し、Publisher 数が 100 台から 500 台まで増加させた場合の伝送遅延の推移を示している。結果より、低い優先度を持つセンサ情報の伝送遅延は Publisher 数 100 台では約 0.35[s]、Publisher 数 500 台では約 1.7[s]と、Publisher 数の増加に比例して、伝送遅延の差が広がっていることが確認できる。一方、高い優先度を持つセンサ情報の伝送遅延は、Publisher 数の増加による影響をほとんど受けず、伝送遅延が約 1.5[s]程度で抑えられていることが確認できる。

以上の実験結果より、本提案手法は Publisher 数に関係なく、緊急度の高いメッセージを一定の伝送遅延内で届けることが可能であると考えられる。しかし、優先度制御が行われない従来の MQTT では、高い優先度を持つセンサ情報の最大伝送遅延は本実験の総伝送遅延の値となるため、拡張 MQTT 法との差は Publisher 数の増加に従って更に広がっていくと考えられる。従って、多数の低い優先度を持つセンサ情報と、少数の高い優先度を持つセンサ情報が混同する環境において、拡張 MQTT 法の有効性を示している。

4. おわりに

本研究では、IoT デバイスが増加傾向にある近年において、順序保証が行われないという QoS の課題に対し、Broker に優先度制御を付与する拡張 MQTT 法を提案した。

本稿では拡張 MQTT 法が、緊急を要するメッセージが突発的に発生する環境を想定し、特に Publisher 数増加に伴う優先度比率を想定した実証実験を通じて、その有効性を検証し、有効性を示した。今後は、通信障害が発生した場合等、更に実環境を想定した評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 総務省：情報通信白書令和 2 年版，総務省(オンライン)，入手先<<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nb000000.html>> (参照 2021-1-20)。
- [2] OASIS Standard Incorporating Approved Errata 01 : MQTT Version 3.1.1 Plus Errata 01, OASIS Open(オンライン)，入手先<<http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqttv3.1.1.pdf>> (参照 2021-1-8)。
- [3] BISWAJEEBAN MISHRA, ATTILA KERTESZ: The Use of MQTT in M2M and IoT Systems: A Survey, IEEE Access. 8. 201071 - 2010 86. 10.1109/ACCESS.2020.3035849.
- [4] OASIS Standard : MQTT Version 5.0, OASIS Open(オンライン)，入手先<<https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>> (参照 2021-1-8)。