

「複数ドメインにまたがる下位レイヤを考慮した Pub/Sub 基盤の研究」研究経過報告

平成 29 年 4 月 19 日受付

秋山豊和*

要旨

筆者らの研究グループではこれまでに Software Defined Network (SDN) を活用して配信効率を最適化する Pub/Sub 基盤 (SAPS) の研究開発を行ってきた。本研究開発では, SAPS を複数の管理ドメインに展開する上での課題解決に取り組んだ。本稿では平成 28 年度に実施した研究開発について述べる。

キーワード: Software Defined Network, Pub/Sub 基盤, オーバレイネットワーク, MQTT, IoT メッセージング基盤

1. 研究開発項目

平成 28 年度は以下の研究課題に取り組んだ。

- (1) ドメイン内での配信方式選択手法の検討
- (2) 標準化された Pub/Sub プロトコルへの対応方法の検討
- (3) IP 網と OpenFlow によるオーバレイのハイブリッド環境に関する調査
- (4) SDN ミドルウェアの評価用フレームワークの構築

以下それぞれの研究課題の概要について述べる。なお, 以下で述べる OpenFlow は SDN の代表的な技術の 1 つである。

(1) ドメイン内での配信方式選択手法の検討

筆者らの研究グループで開発している SAPS 基盤は, 配信時にオーバレイネットワークにより動的に配信木を構築し, 配信負荷が分散可能な Application Layer Multicast (ALM) と, 配信時に下位層を動的に制御することで, 最適な配信経路で配送する OpenFlow Multicast (OFM) を併用して, 配信の効率化を実現する。しかし, これまでに状況に応じた配信方式の選択手法について提案できていなかった。そこで, 本研究開発ではこの課題の解決に取り組んだ。これまでに実装したプロトタイプシステムでは, 上位層と下位層の連携部分のスケラビリティに課題があり, その改善と処理負荷

* 京都産業大学コンピュータ理工学部

に対する評価が完了していないため、提案方式ではまず、ALM および OFM の配信効率について、メッセージ数、配信遅延の観点で比較した。Pub/Sub のトピックごとに評価値を算出し、OpenFlow スイッチに登録可能フローエントリ数の上限があることを考慮して、登録可能範囲内で評価値の高いものから効率的な配信が可能な OFM に切り替える手法とした。簡単な評価を実施し、手法選択が可能であることを示した [2] [7]。今後評価値算出時の性能推定手法の改良や、負荷を考慮した選択手法への改良について検討を進める予定である。

(2) 標準化された Pub/Sub プロトコルへの対応方法の検討

SAPS 基盤はこれまで Pub/Sub クライアントが Broker に接続する方式として、WebSocket を用いた独自プロトコルを利用していた。しかし IoT アプリケーションをターゲットとして、MQTT を始めとする Pub/Sub プロトコルの標準化が進められている現状を踏まえ、これらのプロトコルへの対応が課題となっていた。そこで、標準化された MQTT プロトコルに対応する方法について検討した。これまでに分散 MQTT Broker として SAPS と同じ P2P エージェントプラットフォーム PIAX を活用した PIQT がリリースされており、この PIQT に SAPS を移植することで、MQTT に対応する方法について検討した。SAPS はエージェント API により Broker 間通信を実現しているが、PIQT は SAPS と異なり、オーバーレイ API により Broker 間通信を実現しているため、最初のアプローチとしてはエージェント API で実装された機能の一部をそのまま PIQT に移植することで、低コストに移植する方法を検討した [8]。また、IoT アプリケーションにおける地理的な範囲 Publish/Subscribe の要求を考慮し、PIQT における範囲 Subscribe のメッセージング効率化にも取り組んだ [5] [9]。今後はエージェント機能を用いずによりシンプルなオーバーレイ機能のみでの SAPS の実現方法について検討する。また、PIQT における Locality Aware Topic Key (LATK) を活用した、複数ドメイン通信の実現方法についても検討する。

(3) IP 網と OpenFlow によるオーバーレイのハイブリッド環境に関する調査

SAPS では、Broker 間の通信で既存の IP を用いた ALM と OpenFlow によって効率化した OFM を併用しているため、下位層のネットワークでは、既存の IP 網と OpenFlow 網が共存する必要がある。これまでに提案されている Hybrid-mode では、単一のスイッチで IP 網と OpenFlow 網の両方の機能を実現する必要があるため、製品コストの増加が課題となっていた。そこで、既存 IP 網と OpenFlow 網の共存方法として、より低コストに実現可能な方法を模索するため、特にデータセンタ網を OpenFlow 網として構築する方法について調査を行った。調査の結果、SDN の開発フレームワークの 1 つである ONOS および ONOS のアプリケーションである SDN-IP を活用することで、大規模データセンタにおける BGP を用いた負荷分散機構をもつ Leaf-Spine ネットワークを模擬できる可能性があることがわかった。そこで、SDN-IP を用いて Leaf-Spine ネットワークを構築したところ、BGP の最適経路選択のポリシーにより、負荷分散が実現できないことがわかった [3]。そこで、

SDN-IP を拡張し、負荷分散が適用可能な方式を実現した [10]。今後の課題としては、Leaf-Spine におけるエッジノードも含めた SDN による制御方式について検討する。

(4) SDN ミドルウェアの評価用フレームワークの構築

前述のように SAPS は既存 IP 網と OpenFlow によるマルチキャスト (OFM) を併用するミドルウェアであり、他の OpenFlow を活用したミドルウェアとの併用を考えた場合、積極的な下位層の制御が互いに競合する可能性がある。このような SDN ミドルウェアの開発において、下位層を考慮しながら機能検証を行うプラットフォームが必要となる。そこで、コンテナ技術を活用して大規模ネットワークをエミュレート可能な Mininet を用いて、SDN を活用するミドルウェアの評価用フレームワークを構築することにした [1]。OpenFlow の動的な制御によって、下位層におけるパケット転送がどのように変化するか詳細に分析可能とするため、パケット転送状態を時系列データベースに記録し、事後分析可能とした。その際、すべてのパケットをデータベースに記録するための負荷を低減するために、バッファサイズやパッチ転送のパラメータを調整可能とし、また記録に必要なメタデータの検討などを行った。簡単な評価においては、実装したフレームワークが SAPS の評価に適用可能であることが確認できた。今後、パラメータの決定方法などについて調査を進め、さらなる評価を行う予定である。

研究成果

研究成果リストを以下に示す。

- [1] Shintaro Ishihara, Toyokazu Akiyama, Masahiro Fujita, Kazuki Shinno, “Design and Implementation of a Monitoring Tool for Testing a Communication System Utilizing SDN,” Workshop on Internet Architecture and Applications 2016, Taipei (Nov. 2016).
- [2] Masahiro Fujita, Toyokazu Akiyama, Katsuyoshi Iida, “A Study of Objective Function to Determine Proper Communication Method in SDN aware Pub/Sub Systems,” Workshop on Internet Architecture and Applications 2016, Taipei (Nov. 2016).
- [3] 谷田智志, 秋山豊和, “IP 通信と SDN によるオーバレイ通信の併用における課題の調査,” CQ 基礎講座ワークショップ (Jan. 2017).
- [4] 盛房亮輔, 秋山豊和, “SDN を活用する Pub/Sub 基盤におけるコントローラ実装の改良とその性能評価,” CQ 基礎講座ワークショップ (Jan. 2017).
- [5] 新納和樹, 秋山豊和, “分散 MQTT Broker での地理的範囲 Subscribe 方式の検討と課題の抽出,” CQ 基礎講座ワークショップ (Jan. 2017).
- [6] 盛房亮輔, 秋山豊和, “SDN を活用する Pub/Sub 基盤におけるコントローラ実装の改良とその性能評価,” 電子情報通信学会総合大会 B-16-5 (Mar. 2017).
- [7] 藤田雅浩, 秋山豊和, “SDN aware Pub/Sub System における通信方式の通信コストを考慮した切り替え決定についての検討”, 電子情報通信学会総合大会 B-16-6 (Mar. 2017).
- [8] 四方大輔, 秋山豊和, “SDN aware Pub/Sub System の MQTT 対応における設計と実装の検討について”, 電子情報通信学会総合大会 B-16-7 (Mar. 2017).

- [9] 新納和樹, 秋山豊和, 寺西裕一, “分散 MQTT Broker での地理的範囲 subscribe 方式の提案とメッセージ配信方式の改良”, 電子情報通信学会総合大会 B-16-8 (Mar. 2017)。
- [10] 谷田智志, 秋山豊和, “データセンタ網における SDN-IP による Leaf-Spine 構成の実現方式の検討”, 電子情報通信学会総合大会 B-16-9 (Mar. 2017)。

Progress Report: “A research on multi-domain Pub/Sub Infrastructure considering under-layer structure”

Toyokazu AKIYAMA

Abstract

The author’s research group has developed a pub/sub infrastructure exploiting Software Defined Network (SDN) technologies for optimizing message delivery, which is named SDN Aware Pub/Sub (SAPS). In this research, the issues for deploying SAPS into multiple administrative domains are tackled. In this report, the research and development achieved in a fiscal year 2016 are described.

Keywords : Software Defined Network, Pub/Sub infrastructure, Overlay network, MQTT, IoT messaging infrastructure

