

複数 OpenFlow コントローラにおける動的負荷分散手法の検討

An Dynamic Load Balancing Method In Multiple OpenFlow Controllers

梁 轟¹
Chu Liang

川島 龍太¹
Ryota Kawashima

松尾 啓志¹
Hiroshi Matsuo

名古屋工業大学大学院¹
Nagoya Institute of Technology, Graduate School of Engineering

1 はじめに

近年、ネットワークの柔軟な構築や運用を実現することができる SDN(Software-Defined Networking) が大きな注目を集めているが、ネットワーク全体を集中制御するコントローラが単一故障点や性能ボトルネックになるという課題がある。これまで、分散型アーキテクチャに基づいた OpenFlow コントローラシステムの研究 [1] が行われてきたが、各コントローラノードの負荷に偏りが生じて、動的にそれを均衡化することはできない。そこで本稿では、上記の問題を解決するために、各コントローラの負荷状況に基づいて担当するスイッチを動的に振り分ける手法を提案する。

2 提案手法

本手法では、各コントローラノードが定期的に負荷をモニタリングし、負荷に著しい偏りが見られる場合は、OpenFlow1.2 より導入されたマルチコントローラの仕組みを応用して、下記に述べるスイッチマイグレーション [2] を行う。

(1) 負荷計測

予備実験を通して、コントローラノードの CPU 使用率が、スイッチからの Packet In メッセージ処理効率に大きな影響を与えることが分かっている。本提案システムでは、各コントローラノードがそれぞれ負荷測定用の機能を備えており、定期的に CPU 使用率、スレッドの実行待ちキューの長さ、Master として管理しているスイッチ数およびスイッチの単位時間当たりの Packet In メッセージ数を収集する。各コントローラは高信頼性マルチキャスト通信システムである JGroups を用いて互いに負荷状況を把握している。

(2) スイッチマイグレーション

OpenFlow 本来の仕様では、フェイルオーバーのためにスイッチが複数のコントローラに接続することができるが、コントローラ間の通信プロトコルは特に規定されておらず、Master となるコントローラも一台のみであった。本提案システムでは、各コントローラがそれぞれ主担当するスイッチを有しており、コントローラ間の負荷の差が予め規定された閾値を超えた場合に、スイッチの担当を別のコントローラへ移譲する。この時、該当コントローラ間の一貫性を保証するために、文献 [2] とは異なり、もとの Master コントローラが Packet In メッセージを保持しておき、役割を切り替えた後に、新たな Master コ

ントローラへ転送する処理を行う。

3 実験と評価

本研究では、オープンソースの OpenFlow コントローラである Floodlight 上に提案手法を追加実装した。

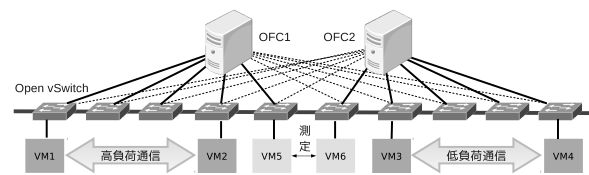


図 1 実験環境

実験 (図 1) では、多量の通信フローが発生する状況を想定し、スイッチに到着する全フレームをコントローラへ転送している。比較対象として、複数台 (ここでは 2 台) のコントローラノードに対して静的にスイッチを割り当てる手法 (HyperFlow などが採用) の評価も行った。

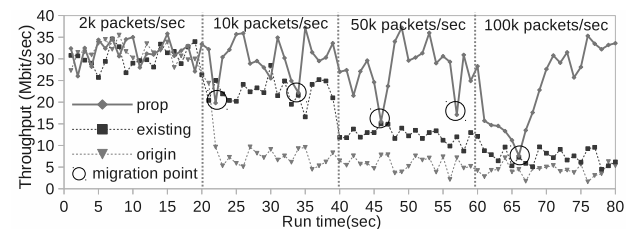


図 2 負荷環境におけるコントローラのスループット

実験結果を図 2 に示す。高負荷環境において、提案手法では、動的に負荷を均衡化し、コントローラ全体のスループットが向上することを確認した。

4 おわりに

複数 OpenFlow コントローラにおいて、各コントローラノードの負荷を動的に均衡化するため、負荷状況に応じてスイッチ管理をマイグレーションする手法を提案した。評価の結果、高負荷環境においてコントローラの負荷が分散化し、従来の手法よりスループットが向上することが分かった。

参考文献

- [1] Amin et al., "HyperFlow: A Distributed Control Plane for OpenFlow," in INM/WREN, 2010.
- [2] Advait Dixit et al., "Towards an elastic distributed SDN controller," in ACM HotSDN, 2013.