

# OSPF ECMP との協調による MPTCP 複数コネクション確立手法 Establishment Scheme of Multiple Connections for MPTCP with Cooperating OSPF ECMP

品川順哉  
Junya Shinagawa

川原憲治  
Kenji Kawahara

九州工業大学 大学院情報工学研究院

Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

## 1. はじめに

MultiPath TCP(MPTCP)[1]では、任意の送受信ノード間の複数経路各々に TCP コネクションを確立して Subflow とし、全 Subflow を束ねて 1 セッションとみなすことで耐障害性やスループット特性を改善するが、その確立方式は言及されていない。一方、ネットワーク層の経路制御を司る OSPF では、あるルータから受信ノードまでに複数の最短経路が存在する場合、それらの経路に負荷分散する Equal Cost Multi Path (ECMP) 機能を有する。

そこで本研究では、送信ノードにおける MPTCP のコネクション確立時に ECMP による経路情報を受け取り、協調して複数の Subflow を設定する手法を提案する。

## 2. 提案手法

ネットワークを構成する各ルータは ECMP 機能を有する OSPF により経路制御/負荷分散が行われるものとする。なお、候補経路を複数有するルータにおいて、転送リンクは送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスのペア(フロー識別値)で決定されるものとする。

任意の送受信ノード間でコネクション確立を行うにあたり、図1に示すように送信ノードは  $n$  個の IP アドレスを用意し、 $i=1$  として以下の手順を繰り返す。

- 1) 送信ノード：SYN送信(送信元 IP Address  $i$  を設定)  
送信元 IP アドレスに基づくフロー識別値の変更により、異なる経路を探索して通過させる。
- 2) 受信ノード：SYN+ACK送信(Record Route使用)  
往復経路が同一となることを仮定し、IP オプションである Record Route により、該当経路における中継ルータが自身の IP アドレス(経路情報)を SYN+ACK パケットに書き込む。送信ノードは書き込まれた経路情報を受け取り、候補経路とする。
- 3) 送信ノード：確立した経路情報との比較
  - (a) 候補経路と一致する経路情報が存在しない場合  
→ACK送信して候補経路にコネクション確立し、 $i+1$  して1)に戻る
  - (b) 候補経路と一致する経路情報が存在する場合  
→RST送信後、コネクション確立動作を終了

## 3. シミュレーション

想定するネットワークトポロジは、ランダム/スケールフリーネットワークモデルとする。両モデルの構成ノード数は 50 で MPTCP 転送を行う送受信ノード間の最短経路数 3 として 50 パターンのトポロジを検討する。

評価指標は、提案手法により、送信ノードがコネクションを確立できる数とする。

表 1：平均コネクション確立数(最短経路数 3)

|       | ランダム | スケールフリー |
|-------|------|---------|
| 平均確立数 | 2.16 | 2.42    |

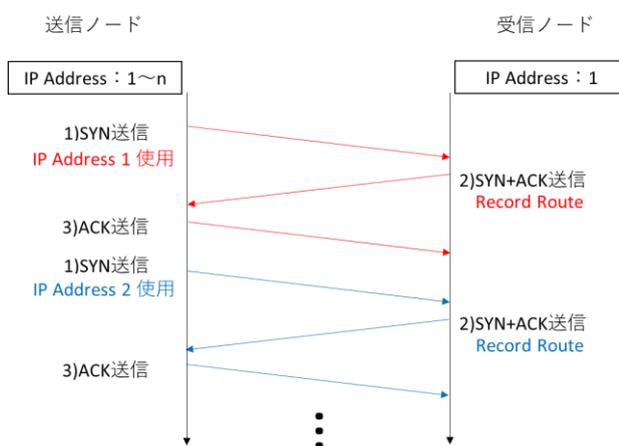


図 1：提案手法

## 4. 結果・考察

表 1 より平均コネクション確立数はランダムモデルで 2.16、スケールフリーモデルで 2.42 となり、送受信ノード間に少なくとも 2 経路でコネクションを確立することができ、提案手法が有効であることがわかる。

しかし、最短経路数 3 であるにも関わらず、その全てにコネクションを確立できない場合がある。これは経路中の複数ルータで ECMP による負荷分散が行われ、経路が複数分岐する場合に生じる。ランダムネットワークはこの複数分岐が発生しやすいトポロジ特性を持つため、平均コネクション確立数がフリースケールネットワークよりも小さくなったと考えられる。

## 5. まとめ

MPTCP の送信ノードにおいて複数コネクションを確立する手法を提案し、その有効性を示した。今後は、構成ノード数の影響や確立数の向上方法について検討を行う。

## 参考文献

- [1] A. Ford et al., "TCP Extensions for Multipath Operation with Multiple Addresses", RFC 6824, 2013.