

AWS 環境における MPTCP の有効性評価

黒木太心 【分散処理 OS 研究室】

1 はじめに

クラウドコンピューティングの普及に伴い、バックアップや機械学習用データセットなど、大容量データの転送需要が急増している。しかし、従来の TCP は単一経路での通信に依存しており、帯域幅の制限や経路障害による性能低下が課題である。これに対し、複数経路を同時利用する MPTCP は、帯域集約によるスループット向上と冗長性の確保を可能にする。先行研究では、ローカル環境での複数経路を活用した MPTCP の有効性が示されているが、実クラウド環境における MPTCP の詳細な評価が行われていない [1]。そこで本研究では、AWS 環境において MPTCP の通信速度と転送完了時間を計測し、実環境におけるその有効性を評価する。

2 実験環境構築

実験には AWS EC2 インスタンスを使用する。OS には Linux を採用し、MPTCP v2 の機能がサポートされている Linux Kernel の 6.12 以上を導入する [2]。各インスタンスには 2 つのネットワークインターフェースを割り当て、複数の経路（サブフロー）で通信できるようにする。実験する地域は米国、欧州、日本などを含む地理的に分散した 9 ヶ所の異なるリージョンにインスタンスを配置し、インターネットを経由した現実的な通信環境下で計測を行う。また、インターネット回線に依存しないよう、ローカルネットワーク内での通信も併せて評価を実施する。ローカルネットワークでは、クライアントの NIC の帯域幅を固定し、MPTCP の効果を明確に観測できるようにする。

実験プログラムは C 言語を用いて実装を行った。Linux 標準の Socket API を使用し、TCP の拡張プロトコルとして MPTCP を指定することで、アプリケーション層からは従来の TCP ソケットと同様のインターフェースでマルチパス通信を可能にする。比較対象として、標準的な TCP による通信も同一環境下で実施し、MPTCP 適用時との差を評価する。

3 評価

評価に用いるデータとして、再生時間 1 分間、ファイルサイズ 45MB の動画ファイルを用いて実験を行う。評価指標には、「転送速度」と「転送完了時間」を用いる。また、各リージョンでの通信ごとに 10 回計測した平均値を評価値とする。

各リージョンにおける転送完了時間を図 1 に、転送速度を表 1 に示す。図と表より、MPTCP はほとんどのリージョンで TCP よりも短い完了時間となっており転送速度も速い。特に、遠方のリージョンではその性

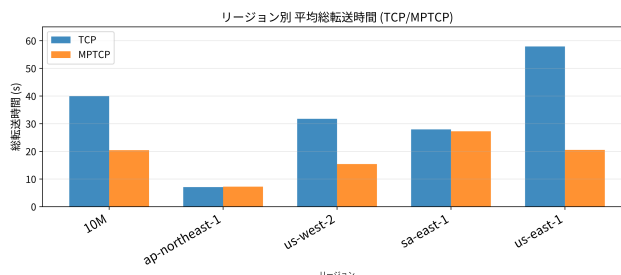


図 1 各リージョンにおける転送完了時間の比較

表 1 各リージョンにおける転送速度の比較

リージョン	TCP (Mbps)	MPTCP (Mbps)
10M	9.4	18.4
ap-northeast-1	55.5	55.7
us-west-2	13.9	26.3
sa-east-1	15.2	14.5
us-east-1	8.9	19.7

能差が大きくなる。例えば、us-west-1 と us-east-1 では MPTCP の転送速度が TCP の約 2 倍となっており、複数経路の有効活用が確認された。しかし、ap-northeast-1 と sa-east-1 ではあまり差が見られなかった。詳細に分析すると、一部の計測で MPTCP の転送完了時間が大幅に増加する傾向が観測された。その要因として AWS の帯域幅制限が考えられ、バースト帯域幅の枯渇によりベースライン帯域幅へ制限された可能性が高いと考える。ローカルネットワーク内での評価では、MPTCP が TCP の約 1.9 倍の転送速度となった。しかし、AWS 環境では、リージョンによって MPTCP の効果が限定的であり、AWS の帯域幅制限が MPTCP の性能に影響を与えることが示唆された。

4 まとめ

本研究では、AWS 環境における MPTCP の有効性を評価した。実験では複数のインターフェース構成を用いることによる帯域向上が見込める。今後は多様なインスタンスやネットワーク設定での検証を進める。

参考文献

- [1] 徳永, 下園, 升屋, “MPTCP における経路数とスループットの関係”, 火の国情報シンポジウム 2019 論文集, C3-3, pp. 1-6, 2019.
- [2] Multipath TCP, “Multipath TCP for Linux”, <https://www.mptcp.dev/>.