

待ち行列長の変化を考慮した動的パケット優先破棄

鈴木克彰[†] 秋山友理愛[‡] 神津智樹[‡] 山口実靖^{†‡}

工学院大学工学部情報通信工学科[†] 工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻[‡]

1. はじめに

高遅延ネットワークで高い通信性能を提供できる TCP 輻輳制御アルゴリズムとして Compound-TCP[1], CUBIC-TCP[2]などの複数の高速 TCP が提案され、活用されている。これらの複数の高速 TCP の提案により、TCP 輻輳制御アルゴリズム間の公平性という新しい課題が生じ、公平性に関する研究が行われてきている。

本稿では、代表的な高速 TCP として CUBIC-TCP と Compound-TCP を対象に、アルゴリズム間の公平性、通信速度の評価を行い、両者の通信速度に不公平が生じることを示す。そして、パケットの廃棄、待ち行列長の変化を利用してネットワーク層にて公平性を向上させる手法について考察する。

2. 高速 TCP

本章にて、代表的な高速 TCP である Compound-TCP と CUBIC-TCP の紹介を行う。

Compound-TCP は Hybrid 型の輻輳制御を行い、損失ベースの輻輳制御で動作する損失ウィンドウおよび、遅延ベースの輻輳制御で動作する遅延ウィンドウを用いて、ネットワークに送出するパケット数を調節する[1]。

CUBIC-TCP は BIC-TCP のスケーラビリティを維持しながら、TCP-Fairness, RTT-Fairness, 制御手法の複雑さを改善した高速 TCP であり、バイナリサーチを用いて利用可能帯域を探索するアルゴリズムを、3 次関数を用い

た制御によって実現している[2]。

3. RED

RED は平均待ち行列長に応じた確率でパケットの廃棄を行う方法である。Tail Drop では、待ち行列長がバッファサイズに達すると全ての接続のパケット破棄がされバースト的なパケット破棄が行われるが、ネットワーク上のルータにおいて RED を用いることにより通信性能やネットワーク負荷の安定化、接続間の公平性が改善すると期待されている[3]。

4. 動的優先破棄による公平性の改善

動的優先破棄[4]では、帯域を最も消費している接続の推定をルータ上でを行い、その接続の RED におけるパケット破棄率を 10 倍として、公平性の改善を行う。これにより、接続間の公平性の改善が実現できるが、合計通信速度が低下してしまう問題が指摘されている[4]。

5. 提案手法

本章にて待ち行列長の変化を考慮した動的パケット優先破棄手法を提案する。本手法では、待ち行列長の変化を計測し、パケット受信時の待ち行列長が前回の待ち行列長より大きい場合に限り動的優先破棄を有効として RED におけるパケット破棄率を 10 倍とする。

6. 性能評価

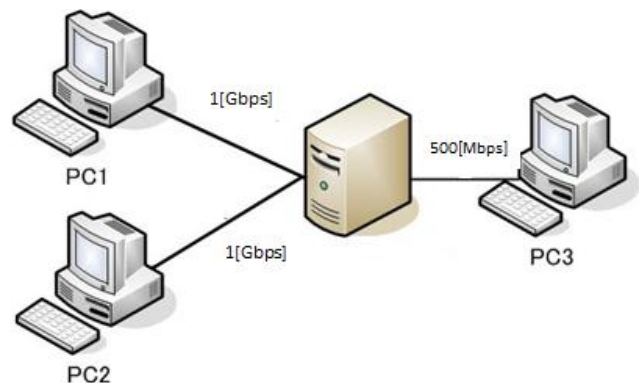


図1 ネットワーク構成

図1の様なネットワークを構築し、Compound-TCP と CUBIC-TCP の混在環境における通信速度を net perf を用いて測定した。ネットワーク機器は全て 1Gigabit Ethernet に対応したものを使用している。PC1 では Windows7(Compound-TCP) が動作し、PC1-PC3 の間と PC2-PC3 の間で netperf の接続を確立し、同時通信時の通信速度を測定した。DUMMY NET と PC3 の間のネットワーク帯域を 500Mbps に設定している。両接続は DUMMYNET から PC3 までネットワークを共有しており、接続はそれぞれ 1 つずつである。

図2に往復遅延時間 4ms における通常のパケット破棄である Taildrop, RED, 既存の手法である動的優先破棄, 提案手法である待ち行列長の変化を考慮したパケット動的優先破棄の CUBIC TCP, Compound

Packet Dropping Considering Queue Length Transition for Improving Performance Fairness

Katsuaki SUZUKI[†], Yuria AKIYAMA[‡], Tomoki KOZU[‡], Saneyasu YAMAGUCHI^{†‡}

[†]Department of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

[‡]Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

d-TCP の速度比を示す。

図3に往復遅延時間4msのTaildrop, RED, 既存手法, 提案手法のCUBIC-TCPとCompound-TCPの合計通信速度を示す。図4に往復遅延時間4msにおけるDUMMYNETとPC3の間のネットワーク帯域100から500Mbpsに設定した場合のTailDropとRED, 既存手法, 提案手法の合計通信速度を示す。

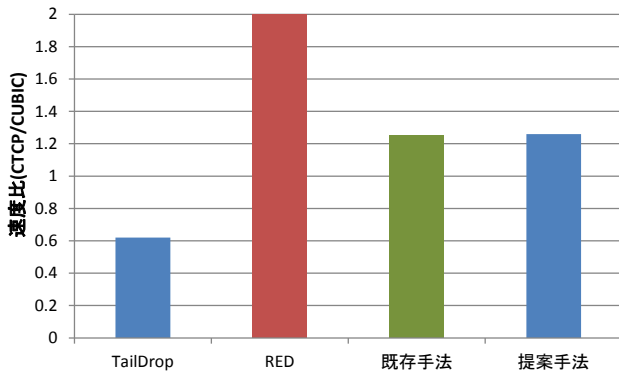


図2 同時通信時の速度比

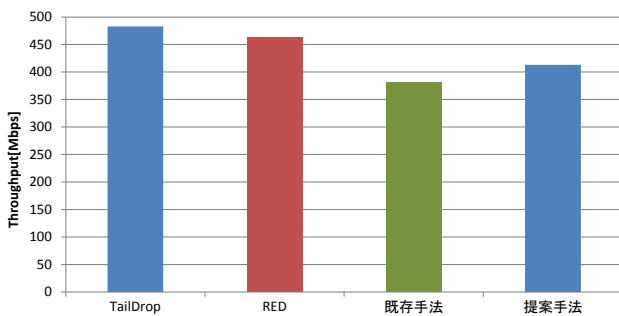


図3 同時通信時の合計通信速度

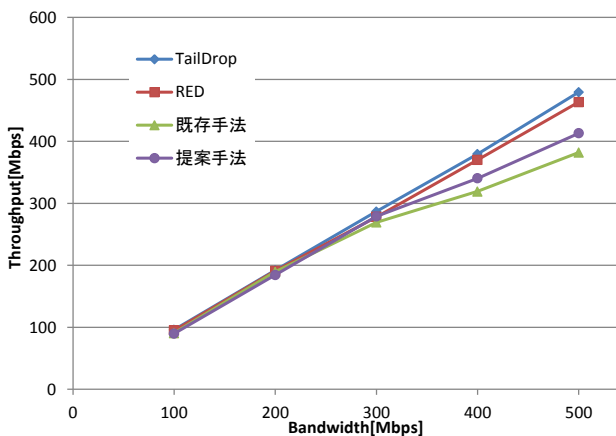


図4 帯域別の合計通信速度

図2より, Tail DropやREDの速度比に注目すると, 共に公平性が低いことが分かる。既存手法, 提案手法の速度比に注目すると共に公平性が改善されていることを確認できる。また図3ではTailDropとREDは合計通信速度が高い状態にあるが既存手法ではネットワーク帯域を有効活用できていないことが分かる。提案手法に注目すると, 既存手法と比べて公平度の劣化なく合計通信速度の改善を達成していることが分かり, 提案手法の有効性が確認できる。

図4ではネットワーク帯域が小さいところではどの手法でも高い通信速度を示しているが, ネットワーク帯域が大きくなると既存手法はTail Drop, REDと比べ通信速度が落ちてしまうのが確認できる。提案手法に注目すると既存手法と比べ通信速度の改善をすることができ異なる帯域環境でも提案手法の有効性を確認することができた。しかし, Tail Drop, REDと比較すると通信速度は落ちているため, 更なる改善が必要だと考えられる。

7. おわりに

本研究では, 高速TCPアルゴリズム間の帯域公平性, 通信速度に着目し, その改善手法を提案した。また, 提案手法について実機を用いた評価実験により有効性を示した。

今後は, さらなる合計通信速度の向上にむけ考察をしていく予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 24300034, 25280022の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Kun Tan, Jingmin Song, Qian Zhang, and MurariSridharan, "A Compound TCP Approach for High-speed and Long Distance Networks" Proc. IEEE Info COM 2005, July 2005
- [2] Injong Rhee and LisongXu "CUBIC: A New TCP-Friendly High-Speed TCP Variant," Proc. Workshop on Protocols for Fast Long Distance Networks, 2005, 2005.
- [3] S. Floyd and V. Jacobson, "Random early detection gateways for congestion avoidance," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 1, pp. 397. 413, Aug. 1993.
- [4] 秋山友理愛, 大浦亮, 神津智樹, 山口実靖, "実機と実TCP実装を用いたTCP公平性の評価" 電子情報通信学会 信学情報 NS2012-149, pp.49-54, 2012