3X-6

パケット廃棄を用いるTCP公平性改善における性能と公平性の関係に関する考察

大浦　亮†　　山口実靖†

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

TCP は現在のインターネットにおいて標準的に用いられているトランスポート層プロトコルである．従来の TCP の輻輳制御アルゴリズムである TCP-Reno では広帯域・高遅延なネットワーク環境においてネットワーク帯域を十分に使いきることができない問題が指摘されており，TCP-Reno に代わる高速 TCP が数多く提案されている．

高速 TCP 間の性能公平性の研究として逸身らのシミュレーションによる評価[1]や，我々の実機による評価[2]があり，これらの研究により CTCP と CUBIC TCP が混在する環境では，両 TCP 間の公平性が低いことが指摘されている．また，公平性を向上させる手法として，我々は消費帯域が大きいコネクションを推定し，優先的にパケット廃棄を行う手法[3]を提案している．

本稿では，多くの TCP コネクションが存在する環境における上記提案手法の評価を行う．

2. RED

RED は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．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，コネクション間公平性の改善が実現されると期待されている[4]．RED では，図 1 の様に待ち行列長ごとにパケット廃棄確率を決定し，確率的にパケットを廃棄する．

3. TCP の公平性向上に関する研究

逸身らにより，CTCP と CUBIC TCP 間の公平性を改善する手法としてネットワークルータにて RED を用いる手法が提案されている[1]．そして，性能評価により RED を用いることにより公平性の改善がなされることが示されている．

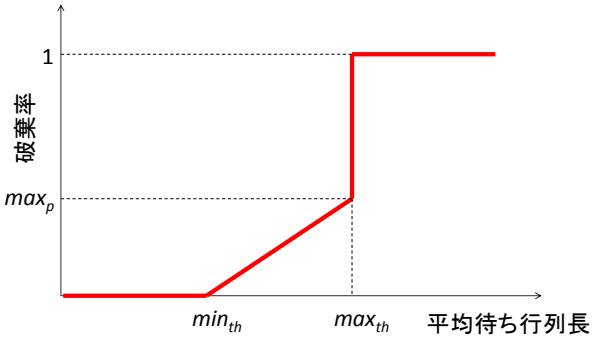


図 1 . RED

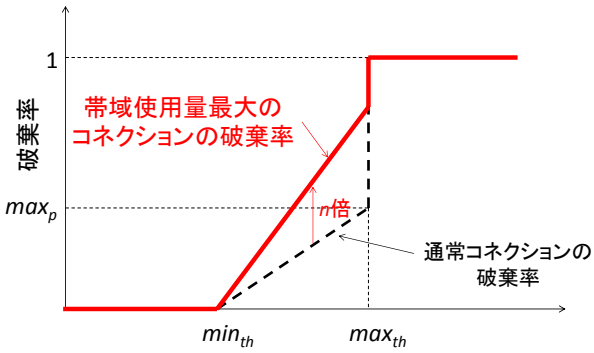


図 2. 提案手法

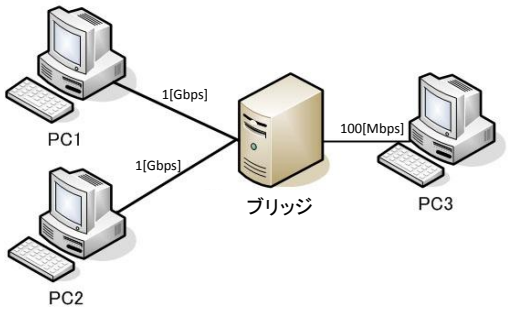


図 3. 実験ネットワーク

また，我々は消費帯域の大きいコネクションを推定し，そのコネクションのパケットを優先的に廃棄する手法を提案している．そして，ブリッジ上に実装し，少数コネクション環境における評価を行い，有効性を示している[3]．

提案手法では，ブリッジ上で指定間隔(*rec_int*)ごとにパケットのヘッダを解析し，そのコネク

Peformance Evaluation of Fairness Improvement Method with Packet Dropping

†Ryo Oura, Saneyasu Yamaguchi, Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ションを長さ *hist_int* の履歴に保存する．そして，指定間隔*(sta_int)*ごとに最も出現頻度の高いコネクションを特定し，これを帯域使用最大のコネクションとみなす．そして，図 2 の様に帯域使用最大コネクションとそれ以外のコネクションでは廃棄確率を変えてパケット廃棄を行うことにより公平性の改善を行う．

4. 評価

多コネクション環境における提案手法の有効性を確認するために，図 3 のネットワークを構築し，CTCP と CUBIC TCP が混在する環境における通信速度を netperf を用いて測定した．ネットワーク機器は全て 1Gigabit Ethernet 対応のものであり，ブリッジと PC3 の間の通信速度はエミュレータにより 100Mbps に制限されている．PC1 では Windows7(CTCP)が動作し，PC2 では Linux 2.6.35.6(CUBIC-TCP)が動作している．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．

CTCP と CUBIC TCP のコネクションが 1 本ずつ存在する環境における評価を図 4 に示す．図より通常の Tail Drop では両 TCP 間に性能公正性が非常に低いことがわかる．また，RED を用いることにより公平性の改善が行えるが，提案手法による公平性の改善の方がより優れていることが分かる．

CTCP と CUBIC TCP のコネクションを 4 本ずつ合計 8 本確立し，評価した結果を図 5 に示す．図より，複数コネクション環境においても提案手法が優れていることが分かる．同様に，両 TCP では 16 本ずつ合計 32 本のコネクションを確立しての評価の結果を図 6 に示す．図より，多数のコネクションが存在する環境においても提案手法が優れていることが確認できる．

5. 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に着目し，その改善手法をブリッジ内に実装し，評価を行った．評価の結果，多数のコネクションが存在する環境においても提案手法が有効であることが確認された．

今後は，100 本以上などのさらに多くの TCP コネクションが確立されている環境における評価，他の TCP アルゴリズムを用いての評価，実ネットワークを用いての評価を行っていく予定である．

謝辞

本研究は科研費(22700039, 24300034)の助成を受けたものである．

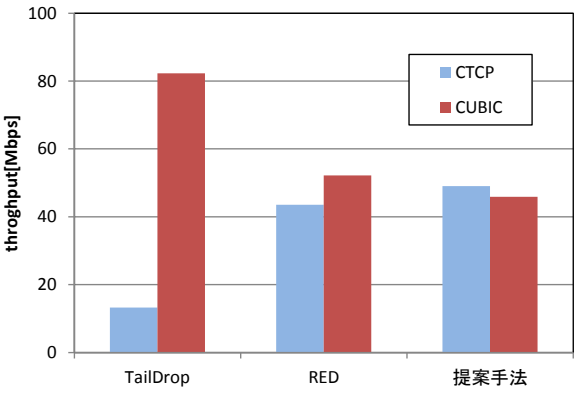


図 4. 同時通信性能(1:1)

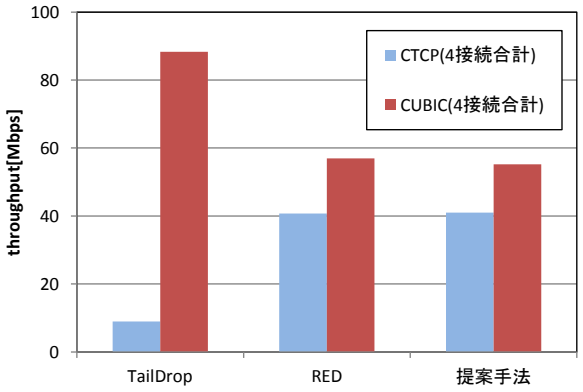


図 5. 同時通信性能(4:4)

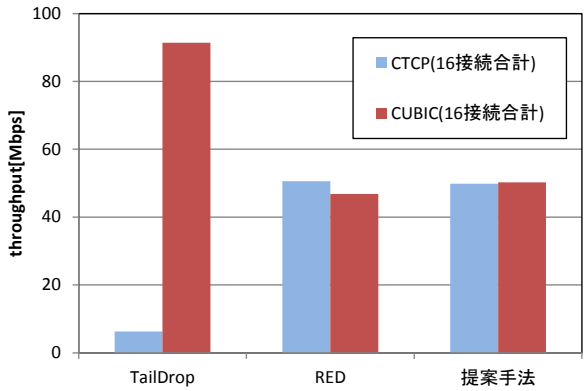


図 6. 同時通信性能(16:16)

参考文献

[1] 逸身勇人, 山本幹, “CUBIC と Compound TCP 間の公平性改善手法の提案”, 電子情報通信学会信学技報 vol. 110, no. 372, NS2010-160, pp. 103-108

[2] Ryo Oura and Saneyasu Yamaguchi, “Fairness Comparisons Among Modern TCP Implementations,” The 26th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Mar. 2012.

[3] 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 の公平性の評価” 信学技報, vol. 112, no. 392, NS2012-149, pp. 49-54

[4] S. Floyd and V. Jacobson, "Random early detection gateways for congestion avoidance," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 1, pp. 397.413, Aug. 1993.

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.