

paced TCP がルータのバッファサイズ設定に与える影響

多田 健太郎 長谷川 剛 村田正幸
大阪大学

発表内容

- 研究の背景
 - ルータのバッファサイズの決定方法
 - paced TCP
- 研究の目的
- シミュレーション環境
- シミュレーション結果と考察
- まとめと今後の課題

バッファサイズの決定方法 (1)

- 帯域遅延積 (normal 指標)
 - ルータを通過する TCP コネクションの平均 ラウンドトリップ時間 (RTT) とリンク帯域の積によって算出
 - 現在、多くのルータがこの方法に従っている
 - ネットワーク帯域の増加にともない、帯域遅延積が増加
 - 10 Gbps のリンク帯域で平均 RTT が 250 ms ならば 2.5 Gbits 必要
 - メモリの性能の向上に対して、ネットワーク帯域の増加が大きい → normal 指標のバッファサイズのルータを構築するのが困難に

バッファサイズの決定方法 (2)

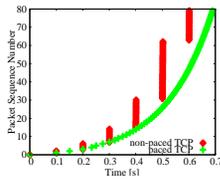
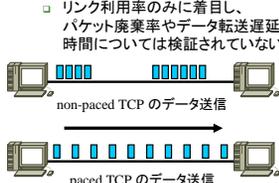
- sqrtN 指標
 - 帯域遅延積を TCP フロー数の平方根で除算した値
 - TCP フローが多数存在することにより、TCP フローが同期しない場合は、高いリンク利用率を維持しつつ、バッファリング遅延・遅延ジッタが小さくなる [3]
 - 帯域遅延積が 2.5 Gbits であっても、10000 を超えるフローが流れていれば、バッファサイズは帯域遅延積の 100 分の 1 に
 - normal 指標と比べると、パケット廃棄率は高く、多くの場合でデータ転送遅延時間に悪影響を及ぼす [5]

[3] G. Appenzeller, I. Keslassy, and N. McKeown, "Sizing Router Buffers," in *Proceedings of ACM SIGCOMM '04*, August, Sep. 2004

[5] 富岡健史, 長谷川剛, 村田正幸, "ルータにおけるバッファサイズが TCP に与える影響の一考察," 電気情報通信学会技術研究報告会, Mar. 2006

paced TCP

- ある規則にしたがった間隔でパケットを送信
 - cwnd/RTT (packet/sec) の間隔で送信する paced TCP を用いる
- paced TCP を用いることで、リンク利用率は少し低下するが、sqrtN 指標よりもさらに小さい数十パケット程度のバッファサイズで十分でもある [6]
- リンク利用率のみに着目し、パケット廃棄率やデータ転送遅延時間については検証されていない

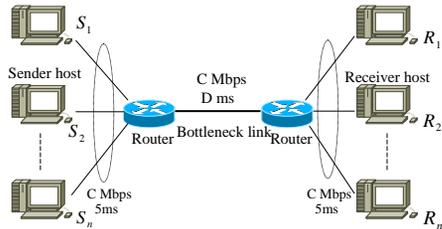


[6] M. Enachescu, Y. Ganjali, A. Goel, N. McKeown, and T. Roughgarden, "Part III: Routers with Very Small Buffers," *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 35, pp. 83-90, July 2005.

研究の目的

- シミュレーションにより、non-paced TCP を用いた場合と paced TCP を用いた場合の TCP の性能を比較し、以下について考察する
 - ネットワークに適したバッファサイズ
 - paced TCP の効果
- 性能評価指標
 - ボトルネックリンクのリンク利用率
 - パケット廃棄率
 - データ転送遅延時間

シミュレーション環境



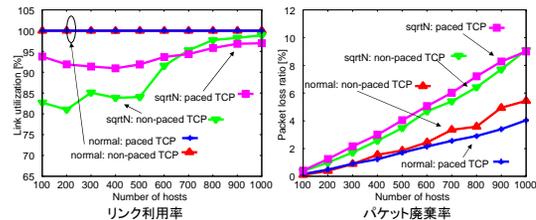
- ホスト数、ボトルネックリンクの帯域、バッファサイズを変化させて比較
- トラフィックには、以下の2つを用いる
 - 転送データサイズを無限大とした P2P トラフィック
 - 転送データサイズ、転送要求間隔がレイト分布に従う Web トラフィック

2007/3/5

IN研究会

7

P2P トラフィックを用いて ホスト数を変化させた場合



- sqrtN 指標の paced TCP はフローが同期するためリンク利用率が上昇しない
- ホスト数が増加すると paced TCP のパケット廃棄の低下の効果が大きくなる

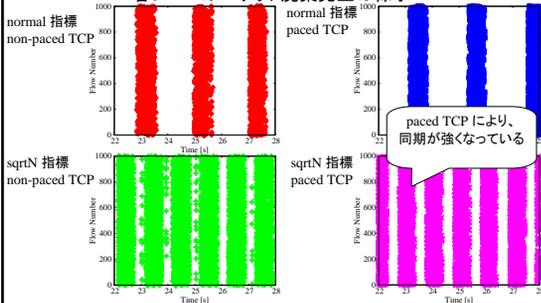
2007/3/5

IN研究会

8

paced TCP による同期

各フローのパケット廃棄発生の様子

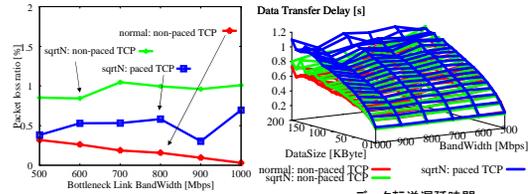


2007/3/5

IN研究会

9

Web トラフィックを用いて ボトルネックリンクの帯域を変化させた場合



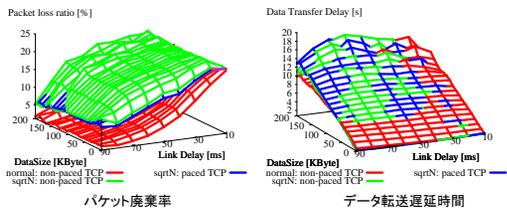
- sqrtN 指標では paced TCP を用いてもパケット廃棄率がゼロにならない
- ボトルネックリンクの帯域が大きくなるにつれ、paced TCP を用いた場合のデータ転送遅延時間の悪化の割合が大きくなる
 - paced TCP は等間隔にパケットを送信するため

2007/3/5

IN研究会

10

Web トラフィックを用いてボトルネックリンクの 伝播遅延時間を変化させた場合



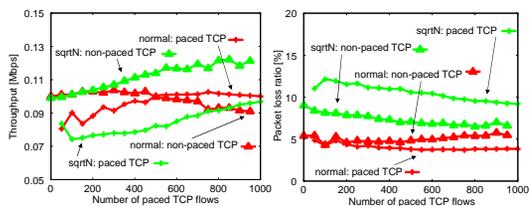
- paced TCP を用いることでパケット廃棄率は若干低下
- データ転送遅延時間は sqrtN 指標の non-paced TCP とほぼ同等

2007/3/5

IN研究会

11

paced TCP と non-paced TCP が混在した場合



- 各 TCP 1本あたりのスループット
 - normal 指標の場合、paced TCP の割合が増加するにつれ、paced TCP フロー 1本あたりのスループットは大きくなる
 - sqrtN 指標の場合、paced TCP の割合が増加しても、フロー 1本あたりのスループットは non-paced TCP よりも常に小さい

2007/3/5

IN研究会

12

まとめと今後の課題

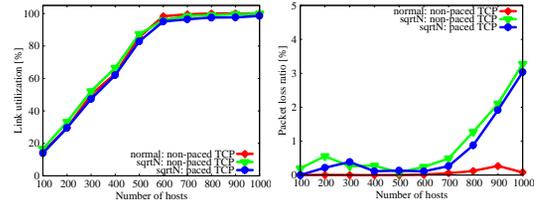
- paced TCP を用いた場合に、バッファサイズを小さくすることの効果に関する評価
 - パケット廃棄率は低下するものの、多くの状況でリンク利用率、データ転送遅延時間が低下
 - 輻輳の検知が遅れ、paced TCPフロー間で同期が発生することが主な原因
- バッファサイズの決定方法
 - paced TCP を普及させるには sqrtN 指標は不適當であり、バッファサイズを大きくする必要がある
- 今後の課題
 - 高速ネットワーク向けの改良 TCP でベージングを用いる場合の性能評価
 - 既存の paced TCP の問題点を解決した手法の提案

2007/3/5

IN研究会

13

Webトラフィックを用いて ホスト数を変化させた場合



- paced TCP のリンク利用率は normal 指標とほぼ同等で、パケット廃棄率も sqrtN 指標の non-paced TCP よりも低い
→ Webトラフィックを用いた場合、P2Pトラフィックに比べて同期が弱くなるため

2007/3/5

IN研究会

14