

Performance Evaluation of TCP Congestion Control Mechanism based on Inline Network Measurement

大阪大学 大学院情報科学研究科
博士前期課程2年 村田研究室
松浦陽亮
y-matuur@ist.osaka-u.ac.jp

発表の構成

- 研究の背景
- 研究の目的
 - インライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式の評価
- 評価対象の概要
 - アルゴリズム
 - インライン計測技術
- シミュレーション結果
 - 評価対象の性能
 - 他方式との比較
- まとめ

2006/2/17

修士論文発表会

2

研究の背景

- TCP Renoの輻輳制御には問題点がある
 - パケット廃棄を輻輳の指標とした、AIMD型の輻輳制御が原因
- インライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式[1]が提案された
 - ネットワーク帯域の計測技術が必要
 - 計測によって得られた帯域情報を元に輻輳ウィンドウサイズを決定
 - 高速・高遅延ネットワークで特に大きな効果が期待される



[1] Tomohito Iguchi, Go Hasegawa, and Masayuki Murata, "A New Congestion Control Mechanism of TCP with Inline Network Measurement," in Proceedings of ICOIN2005, Jan 2005.

3

研究の目的

- インライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式の評価
 - 提案時には1Gbpsを超えるインライン計測技術が存在せず、高速ネットワークでの評価はされていない
- 高速ネットワークに対応したインライン計測手法が開発されたため、高速ネットワークにおけるインライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式の評価を行う

2006/2/17

修士論文発表会

4

インライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式

- ネットワークの帯域情報を基に適切な輻輳ウィンドウサイズを決定する
 - 従来のAIMDによる輻輳制御方式とは全く異なる方式
 - 利用可能帯域、物理帯域の情報が必要
- インライン計測
 - TCPが転送するデータパケットとACKパケットを使った計測方式
 - 計測用のパケットを別途必要としない
 - Interrupt Coalescence-aware Inline Measurement (ICIM) を用いる

2006/2/17

修士論文発表会

5

Interrupt Coalescence-aware Inline Measurement (ICIM)

- 従来のパケット間隔を用いるネットワーク計測技術では、1Gbpsを超えるような高速なネットワークでの計測はできない
 - 非常に短い間隔でパケットを送出する必要があり、CPUに高負荷を与えてしまう
 - NICにおいて端末での割り込み処理を減らすため受信パケットがまとめて処理されるため、パケット間隔が変更されてしまう
- ICIM [2]ではパケットのバーストを用いた計測により、数Gbpsでも計測が可能
- 物理帯域、利用可能帯域の両方を計測することが可能

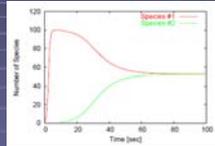
[2] Cao Le Thanh Man, Go Hasegawa and Masayuki Murata, "ICIM: An Inline Network Measurement Mechanism for Highspeed Networks," to be presented at Fourth IEEE/IFIP Workshop on End-to-End Monitoring Techniques and Services (E2EMON '06), April 2006.

6

インライン計測技術を用いた輻輳制御方式のアルゴリズム

- ロトカ・ヴォルテラ競争モデルをTCPの輻輳制御に見立てる
 - ロトカ・ヴォルテラ競争モデル
 - 相互作用を受ける2種以上の生物の個体数の変化を表すモデル
- ネットワークパスの物理帯域、利用可能帯域の情報が必要
- インライン計測を利用して帯域情報を取得

$$\frac{d}{dt}N_i = \epsilon \left(1 - \frac{N_i + \gamma \cdot \sum_{j=1}^n N_j}{K} \right) N_i$$



$$w_i(t) = \frac{w_i(0)e^{\epsilon t \left(1 - \frac{w_i}{K} \right)} (K - \gamma(K - A_i)) \tau_i}{w_i(0) \left(e^{\epsilon t \left(1 - \frac{w_i}{K} \right)} - 1 \right) + [K - \gamma(K - A_i)] \tau_i}$$

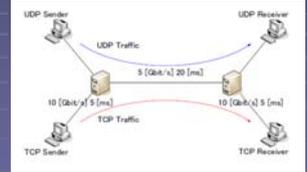
2006/2/17

修士論文発表会

7

シミュレーション環境

- ns-2を用いたシミュレーション
- ネットワーク構成
 - 帯域5Gbps、遅延時間20msのボトルネックリンク
 - 帯域10Gbps、遅延時間5msのアクセスリンク
- TCP SenderとTCP Receiverの間に設定されるTCPのふるまいをシミュレーション
 - 利用可能帯域0~30秒で3Gbps、30~70秒で4Gbps、70~85秒で3Gbps、85~100秒で2Gbpsに変更
- 評価指標
 - スループット
 - 輻輳ウィンドウサイズ
 - ボトルネックリンクのキュー長
- 比較の対象
 - TCP Reno
 - Highspeed TCP
 - Scalable TCP
 - FAST TCP
 - BIC TCP

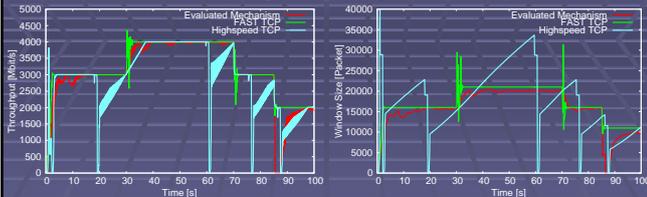


2006/2/17

修士論文発表会

8

シミュレーション結果(1) スループットおよびウィンドウサイズ



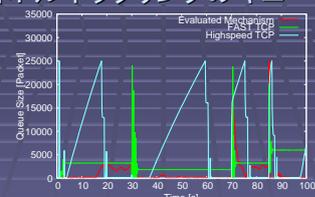
- スループットの変化
- ウィンドウサイズの変化
- インラインネットワーク計測技術を用いた輻輳制御方式
 - おおむね帯域を使いきれている
 - 利用可能帯域の減少時にウィンドウサイズが小さくなり計測ができず、一時的にスループットが低下
- FAST TCP
 - ネットワーク帯域を効率よく使っている
- Highspeed TCP
 - 定期的なタイムアウトが起こりウィンドウサイズが減少し、スループットが低下

2006/2/17

修士論文発表会

9

シミュレーション結果(2) ボトルネックリンクのキュー長



- ボトルネックリンクのキュー長の変化
- インライン計測技術を用いた輻輳制御方式
 - 特に利用可能帯域が減少するときにキュー長が増大
 - その他の状態ではキュー長を短く保つ
- FAST TCP
 - 利用可能帯域が変化するときキュー長が増大
- Highspeed TCP
 - パケット廃棄を輻輳の指標とするため、キューがいっぱいになるまで、ウィンドウサイズを大きくしている

2006/2/17

修士論文発表会

10

まとめ

- 高速ネットワークにおけるインライン計測技術を用いたTCP輻輳制御方式の性能評価
- 評価の結果
 - 高速ネットワークにおいても効果を発揮
 - 他方式に比べてよい性能を達成

	インライン計測技術を用いた輻輳制御	TCP Reno	Highspeed TCP	Scalable TCP	FAST TCP	BIC TCP
スループット	○	×	△	△	○	○
パケット廃棄の発生	○	×	×	×	△	×
パラメータ設定	○	○	△	○	×	△
キューイング遅延	○	×	×	×	△	×
処理の容易さ	輻輳制御△ 計測技術×	○	△	○	△	△
利用可能帯域の変動への対応	○	×	△	△	○	△

- 今後の課題
 - 実装実験

2006/2/17

修士論文発表会

11