

高速回線における親和性を考慮した TCP 輻輳制御の一方式

A Study on TCP Congestion Control considering Friendliness in High-speed Network

兼子 和巳
Kazumi KANEKO

甲藤 二郎
Jiro KATTO

早稲田大学理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Waseda University

1. はじめに

近年のネットワークの高速化により、現在、広く用いられている TCP Reno では、利用可能帯域を使い切ることができない問題が顕在化してきた。この問題を解決するために、様々な方式が提案されているが、その中でも、Adaptive Reno[1](以下 ARENO)は、TCP Reno との親和性を保ちつつ、高いスループットを得ることが出来る。本稿では、TCP Westwood をベースに、輻輳ウィンドウをネットワークに対して、適応的に増減させることにより、ARENO と同等の性能を持ち、より親和性の高い輻輳制御方式を提案する。

2. Adaptive Reno (ARENO)

ARENO では、RTT からネットワークの輻輳度を推定し、これに基づいて輻輳ウィンドウの増加幅および、パケット廃棄時の減少率を動的に変化させる。非輻輳時には、回線帯域に比例する値で、高速に輻輳ウィンドウを増加させ、またパケット廃棄時のウィンドウの減少幅を小さくすることにより高いスループットを得ることが出来る。そして、輻輳度が高くなると、TCP Reno と同様の輻輳ウィンドウの増加幅、減少率とすることにより TCP Reno との親和性を実現することが出来る。

3. 提案手法

提案手法は、TCP Westwood をベースとした拡張方式であり、以下のように輻輳ウィンドウの減少方法及増加方法を変更する。

3.1 輻輳ウィンドウの減少方法

パケット廃棄時には、TCP Westwood 同様、次式に従って輻輳ウィンドウを減少させる。

$$cwnd = ERE * RTT_{min} \quad (1)$$

ここで、ERE(Eligible Rate Estimation)、 RTT_{min} はそれぞれ ACK パケットの到着間隔を利用し、推定した利用可能帯域、RTT の最小値である。しかし、TCP Westwood では、ボトルネックリンクのパuffa容量が帯域遅延積よりも大きい場合には、減少率が TCP Reno よりも大きくなり、スループットを奪われてしまう問題がある。そこで、TCP Reno のように輻輳ウィンドウを半分にした値と TCP Westwood による輻輳ウィンドウの値との大きいほうを採用する。

3.2 輻輳ウィンドウの増加方法

提案手法では、TCP Vegas のような制御を行うことにより、輻輳ウィンドウを適応的に増減させる。以下に提案手法のアルゴリズムを示す。

$$\begin{aligned} & \text{If } (cwnd(RTT-RTT_{min})/RTT < (ERE)) \\ & \quad cwnd = cwnd + (ERE) / cwnd \\ & \text{else if } \{cwnd(RTT-RTT_{min})/RTT > (1.5 * (ERE))\} \\ & \quad cwnd = cwnd - (cwnd * ((RTT-RTT_{min})/RTT) + (ERE) / cwnd) \\ & \text{else if } (ERE) < cwnd(RTT-RTT_{min})/RTT < (1.5 * (ERE)) \\ & \quad cwnd = cwnd \\ & \quad \text{if } (cwnd < reno_cwnd) \quad cwnd = reno_cwnd \end{aligned}$$

ここで、(ERE)は、ARENO 同様、回線帯域に比例するパラメータであり、以下のように定める。

$$\alpha(ERE) = \max(1, ERE / 10Mbps) \quad (2)$$

また、提案手法と Reno との親和性を考慮し、TCP Reno のウィンドウを保持し、大きいほうを輻輳ウィンドウの値として採用する。

図1に、Reno、提案方式、ARENOの輻輳ウィンドウの動きの違いを示す。

4. シミュレーション評価

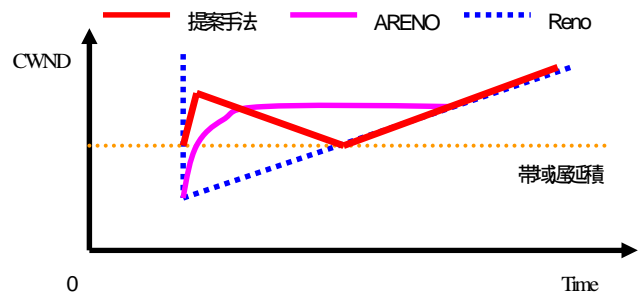
図2のようなネットワークモデルで、ns2を用いシミュレーションを行った。図3に、ボトルネックリンク帯域を50Mbps、100Mbps、500Mbpsとし、パケット廃棄率を0.1%とした場合のリンク利用率の比率を示す(左から、提案方式、Highspeed TCP、TCP Reno)。Highspeed TCPでは、輻輳ウィンドウがある一定以上の大きさまでは、TCP Renoと同じ増加幅であるために、TCP Renoと同等のスループットしか得ることが出来ずリンク利用率は低い値となっている。これに対し、提案手法では、パuffaにある一定のパケットをキューイングするまでは高速に輻輳ウィンドウを増加することが出来るので、リンク利用率を大幅に改善しているのがわかる。ARENOとの比較結果は、発表時に行う予定である。

5. まとめ

本稿では、高速回線における親和性を考慮した TCP 輻輳制御方式を提案した。シミュレーションよりその有効性を示すことが出来た。

6. 参考文献

[1] 下西英之 他 ; “ 高速性と公平性を両立した TCP 輻輳制御方式の提案 ” 信学技報 NS2004-243~340



提案手法 or Highspeed TCP or TCP Reno 図1 輻輳ウィンドウ

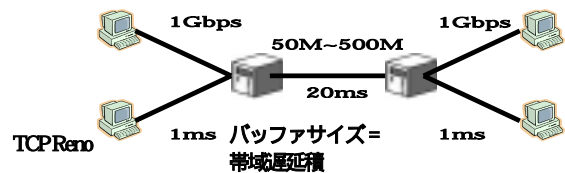


図2 ネットワークモデル

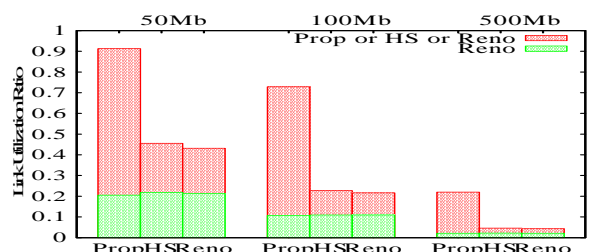


図3 Link Utilization(PER=0.1%)