

公平性の向上を目指したTCP-STARの輻輳制御方式の改良

Improvement of the Fairness of TCP-STAR's Congestion Control Scheme

花崎 翔太[†] 小畑 博靖[‡] 石田 賢治[‡]

Shouta Hanasaki Hiroyasu Obata Kenji Ishida

[†] 広島市立大学 情報科学研究科 [‡] 広島市立大学 情報科学部

Hiroshima City University

1 はじめに

衛星回線のように広帯域高遅延でビットエラーが発生する環境においては、TCP では十分なスループットが得られないという問題がある。この問題を解決することを目指して、衛星インターネットに適したTCP-STAR[1]が提案されている。しかし、TCP-STARの輻輳制御では、輻輳ウィンドウサイズを積極的に増加させるため、帯域幅遅延積が非常に大きい場合、従来のTCP(例えばTCP NewReno)との公平性に問題が発生する。本稿では、公平性の改善を目的としたTCP-STARの輻輳制御方式の改良について提案する。

2 TCP-STARの概要と問題点

TCP-STARは、広帯域高遅延の環境で高スループットを実現するために、*Lift Window Control (LWC)* アルゴリズムを用いて、輻輳ウィンドウサイズ(*cwnd*)を利用可能な帯域近くまで急激に増加させる。*LWC*では、NewRenoの輻輳制御方式を用いて決定した輻輳ウィンドウサイズ*cwnd_{reno}*の値と、見積り帯域から計算したウィンドウサイズ*cwnd_{abe}*の値を足した結果を*cwnd*に設定する。

さらに、TCP-STARではこの見積り帯域からスロースタート閾値(*ssthresh*)を決定する。また、*cwnd_{abe}*も見積り帯域から計算するために*ssthresh*と同程度の値となる。そのため、*cwnd_{reno}*が*ssthresh*まで増加した場合、*cwnd* = 2 × *ssthresh*となり*cwnd*は利用可能帯域に比べてかなり大きな値となる。このように、NewRenoよりも積極的に*cwnd*を増加させるため、受信ウィンドウサイズが大きい場合には送信データ量が非常に大きくなり、混在するTCPとの公平性に問題が発生する場合がある。

3 LWCの改良

TCP-STARの公平性を向上させるため、以下のように*LWC*の改良を行う。具体的には、*cwnd*の増加を抑えるために、ネットワークの負荷により生じるラウンドトリップタイム(*RTT*)の変動値を、加算する*cwnd_{abe}*の値に反映させることで、*cwnd*の必要以上の増加を防ぐ(1)式参照)。

$$\begin{aligned} & \text{if}(cwnd < ssthresh)\{ \\ & \quad cwnd_{reno} ++ \\ & \quad cwnd = cwnd_{reno} + cwnd_{abe} \times \tau \\ & \text{else if}(cwnd \geq ssthresh)\{ \\ & \quad cwnd_{reno} = cwnd_{reno} + 1/cwnd_{reno} \\ & \quad cwnd = cwnd_{reno} + cwnd_{abe} \times \tau \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 $\tau(0 \leq \tau \leq 1)$ の値は*RTT*の変動から得られる*cwnd*の増加量を制御するパラメータで、次の(2)式で与えられる。また、初期値は $\tau = 0$ とする。

$$\begin{aligned} & \text{if}(RTT_{k-1} > RTT_k) \\ & \quad \tau_{sample} = \tau + 0.1 + (RTT_{k-1} - RTT_k)/RTT_k \\ & \text{else if}(RTT_{k-1} < RTT_k) \\ & \quad \tau_{sample} = \tau - 0.1 - (RTT_k - RTT_{k-1})/RTT_k \\ & \text{else } \tau_{sample} = \tau + 0.01/cwnd \\ & \tau = 0.9 \times \tau + 0.1 \times \tau_{sample} \end{aligned} \quad (2)$$

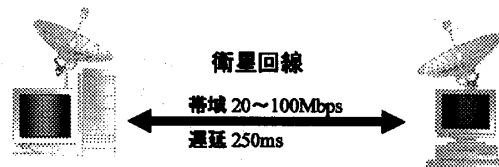


図1 ネットワークモデル

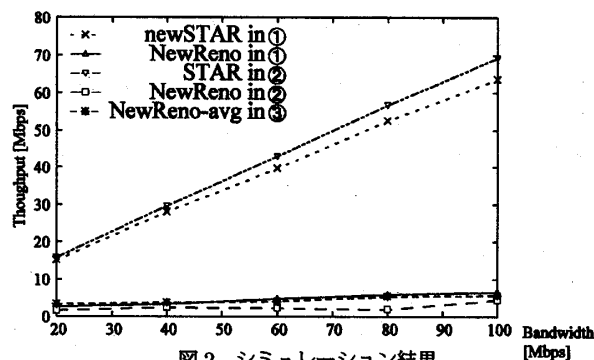


図2 シミュレーション結果

4 シミュレーション評価

改良を行ったTCP-STAR(便宜上newSTARと呼ぶ)をns2[2]を用いて評価した。図1にネットワークモデルを示す。また、バッファはDrop Tail型を使用し、バッファサイズは帯域幅遅延積の値、パケットサイズは1460byte、衛星回線を想定するためにBit Error Rateは 10^{-8} とした。シミュレーションではTCPコネクションを2つ混在させ、それぞれ① newSTAR & NewReno、② STAR & NewReno、③ NewReno & NewRenoの3組のスループットを評価した。図2に各TCPのスループットを示す。③では2つのNewRenoの平均値を求めた。

図2より、②のSTARは高いスループットを得られているが、混在するNewRenoは③の結果に比べてスループットが低下している(例えば、リンクの帯域が60Mbpsの時、③の結果の約50%)。それに対し、①のnewSTARと混在するNewRenoは③の結果とほぼ同等のスループットを得ている(図2において重なっている)。これより、newSTARの公平性が改善されていること、*cwnd*の増加を抑えることによりnewSTARのスループットは下がっていること、が分かる。

5 おわりに

衛星インターネットに適したTCPとして提案されているTCP-STARの公平性を高める目的で*LWC*の改良を行った。*RTT*の変動を考慮し、*cwnd*の必要以上の増加を抑えることで、NewRenoとの公平性を改善することができた。

参考文献 [1] H.Obata, et al, "A New TCP Congestion Control Method Considering Adaptability over Satellite Internet," Proc. ADSN2005, pp.75-81, 2005. [2] UCB Multicast Network Research Group, "Network Simulator ns (ver.2)," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, 2005.