

Title	Improvement of Reno's Performance using Conversion Technique into HighSpeed TCP
Author(s)	磯垣, 順
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1912
Rights	
Description	Supervisor:井口 寧, 情報科学研究科, 修士

Improvement of Reno's Performance using Conversion Technique using HighSpeed TCP

磯垣 順 (310007)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2005年2月10日

キーワード: TCP, ソケット, バッファ, フロー, RED, Dummynet, HighSpeed TCP, Reno, Performance Enhancing Proxies, 明示的輻輳通知, レイテンシ, スループット.

1 背景

近年、高速なネットワークの導入が進んでいる。インターネットでは信頼性と自律的な輻輳制御を提供する TCP/IP が用いられている。現在用いられている TCP/IP は 4.3BSD Reno を元としている。Reno の輻輳制御において、オペレーティングシステムは次の式を適用する。毎パケットが肯定された場合 $w = w + (1/w)$ 、3つの重複パケットを受信した場合 $w = 0.5w$ 、ここで左辺の w は次の輻輳ウィンドウサイズで右辺の w は現在のウィンドウサイズである。この増加率は定数的な増加であり、高速なネットワークにとっては小さすぎる値である。

高速で高い遅延を持つネットワークにおける本問題を解決するため HighSpeed TCP が提案されてる。本方式は RFC3649 で定められている方式である。HighSpeed TCP は以上の等式を、増加率はより大きく、減少率はより小さく改変した方式である。高速で高い遅延を持つネットワークにおいても HighSpeed TCP は高いスループットを達成することができる。

HighSpeed TCP の導入にあたっては2つの問題がある。一番目の問題として、HighSpeed TCP の導入のためには、ホスト OS を入れ替えなくてはならないが、それには多くのコストが必要である。二番目の問題として、HighSpeed TCP と Reno を併用した場合に発生する公平性の問題が挙げられる。したがって、これらの問題を解決し、ネットワークの効率的な運用を行うため通信のフローを変換するメカニズムが求められている。本論文では、フローを Reno から HighSpeed TCP に変換するメカニズムを提案し、実装を行い、また評価を行なった。

2 動作メカニズムと評価

装置における変換のメカニズムは次の通りである。装置はパケットを受け取ったら、早期 ACK を送り返し、バッファをパケットで満たし、バッファに満たされているパケットを受信者に送る。

私達はこのメカニズムを Supermicro SuperServer 5013G-I 上で Linux-2.4.20(+altAIMD0.3+web100-2.2.3) を搭載した計算機の上に実装を行なった。このメカニズムの調査するため、帯域幅 1Gbps, 往復遅延伝播速度 28.8ms の SuperSINET ナノテク VPN を用いた。

このネットワークにおいて、10 本の HighSpeed TCP のフローの影響下にある Reno のスループットは 70.7Mbps である。変換装置を挿入することで、Reno の性能値が 93.0Mbps に改善されることを確認した。

3 レイテンシ削減のための調査

本メカニズムはレイテンシをもたらす。この問題を解決するため、ソケットバッファと明示的輻輳通知機構の分析を行なったので、この結果について報告する。

まず初めに、高いレイテンシは深いキューサイズ及びソケットバッファによってもたらされると推測し、ソケットバッファのサイズとレイテンシの関係について調査を行なった。本実験よりレイテンシがソケットバッファのサイズに比例して大きくなることを確認した。

二番目に、アプリケーションがソケットに滞留するパケットの数を制限することができるよう、明示的輻輳通知機構における ECE 信号を返すことができるようオペレーティングシステムの API の拡張を行なった。次に、ECE 信号を任意の一定間隔で送信元を送ることでスループットを低下させることなしにレイテンシが抑制できるということを観測した。

三番目に ECE 信号によって装置内の送信側ソケットに滞留するパケットの制限を行なった。2つの方法について実験を行なった。初めの方法は DT のような方法であり、制限値を越えると CE を出して制限を行う方法、もうひとつの方法は、RED のような方法でしきい値を越えた場合にバッファの残り容量に応じて比例的に ECE 信号を返す方法である。

結果として、これらのメカニズムによっては、スループットが低下しそれに伴ってレイテンシが増加してしまった。スループット低下の原因はソケットに滞留するパケットの数が 0 になってしまいその後スロースタートが開始され、送出側のスループットが落ちてしまうためである。

これまでのところ、ad-hoc なバッファ制限法はレイテンシ削減に関し効果がないということがわかり、さらに通信毎のキューイング等の信頼性のあるバッファの管理法が必要であるということが判明した。

4 Summary

Reno のフローを HighSpeed TCP のフローに変換する装置を提案・実装した評価を行なった。本装置によって、SuperSINET ナノテク VPN 上の 10 本の HighSpeed TCP のフローに影響を受けた Reno のスループットが 32%程度の改善されることが判明した。二番目に高い遅延の問題について分析し問題の解決方法を探った。