

高遅延インターネットにおける TCP スループット向上システムの研究開発 (132310006)

Research and Development of TCP Acceleration System for Long-Delay Internet

研究代表者

升屋正人 鹿児島大学

Masato Masuya Kagoshima University

研究分担者

下園幸一

Koichi Shimozono

鹿児島大学

Kagoshima University

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

概要

TCP スループットは往復遅延時間により決定されるため、インターネット関連サーバが東京に集中しているわが国では東京から離れた地域でインターネットが遅い。特に鹿児島県の離島地域においてその影響が大きい。一方、高遅延環境における TCP スループット向上の研究開発の例はあるが実用化に至っていない。そこで、代理サーバ間通信、通信区間分割、高速化装置共有などによる TCP スループット向上の仕組みの開発と評価を行い、低コストで実用化するための技術開発を行った。

1. まえがき

ブロードバンドアクセス回線であっても、往復遅延時間が大きい場合は十分な TCP スループットが得られない。この場合の対策は従来の技術や製品では実現されておらず、通信事業者や ISP によるサービスとしても提供されていない。そこで本研究開発では、実用化を前提として、高遅延インターネットにおける TCP スループットの向上を低コストで実現する仕組みの技術開発を行い、往復遅延時間が 50 ミリ秒の環境で 50Mbps 以上の TCP スループットを 1 世帯あたり 50 千円以下の費用で実現することを目指した。

2. 研究開発内容及び成果

本研究開発では、往復遅延時間が 50 ミリ秒の環境での評価を行うため、仮想化環境、遅延シミュレータ環境、実インターネット環境の3つを用いた。また、TCP スループットを向上させる方法として、コネクション分割による方法と代理サーバを用いる方法、そしてこれらを組み合わせた方法を中心に研究開発を行った。

2.1. シミュレーション環境の構築

仮想化環境でのシミュレーションには、CentOS 6 上で KVM を用いて構築した仮想化環境を用い、まずこの仮想化環境においてコネクション分割による TCP スループットの向上が可能かどうかを検証した (図 1)。

また、実サーバによるシミュレーションを行うため、9 個のネットワークポートを有するサーバとレイヤ 2 スイッチにより遅延シミュレーション環境を構築し、設定する往復遅延時間の値を定めるため、東京、名古屋、大阪、岡山、福岡、熊本、鹿児島、奄美、与論において測定を行った。

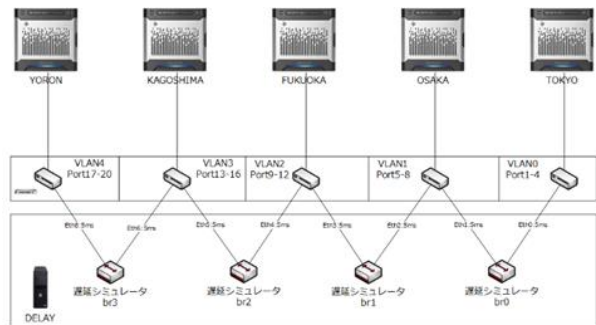


図 1 シミュレーション環境

2.2. コネクション分割による TCP スループット向上

コネクション分割により TCP スループットの向上が可能であるかどうかを確認するため、仮想化環境において実験を行い、往復遅延時間が 50 ミリ秒の時、squid を 4 段中継することで 277Mbps、SOCKS プロキシである dante を 4 段中継することで 369Mbps の TCP スループットを達成した (図 2) (誌上发表リスト[1])。

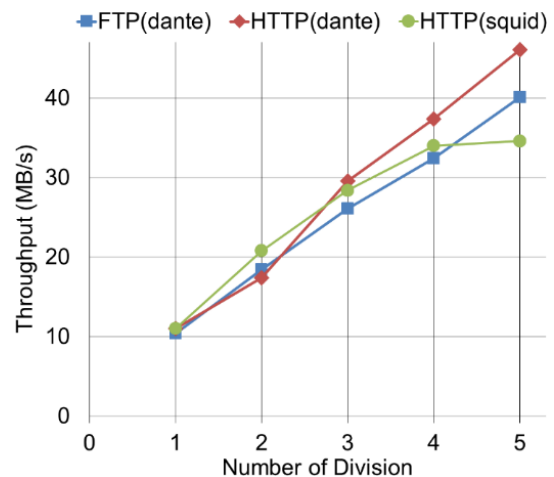


図 2 仮想化環境における実験結果

2.3.代理サーバによる TCP スループットの向上

2 台のサーバによる TCP スループット向上を行う方法として、PEP(Performance Enhancing Proxy)をサーバ側、クライアント側に設置し、PEP 間の通信を高速化する方法がある。PEP にプロキシソフトウェアである squid を搭載し、PEP の輻輳制御を変更することで、TCP スループットの向上を図ることができるかどうかを検証した(誌上発表リスト[3])。検証の対象に用いた輻輳制御方式は New Reno、Westwood、CUBIC の3つである。サーバの輻輳制御方式は New Reno とした。遅延のみを設定した場合、輻輳制御に関わらず TCP スループットの向上は見られず、輻輳が発生しない環境下では輻輳制御方式の変更の効果がないことが明らかになった。

そこで、輻輳を擬似的にシミュレートするため、パケットロス率を 0.4% に設定して検証したところ、サーバ側に設置する PEP の輻輳制御方式を CUBIC に設定した場合に TCP スループットの向上が見られた。ファイルサイズによって TCP スループットは異なるものの、ほぼ 50Mbps 以上の TCP スループットを達成できた(図 3)。

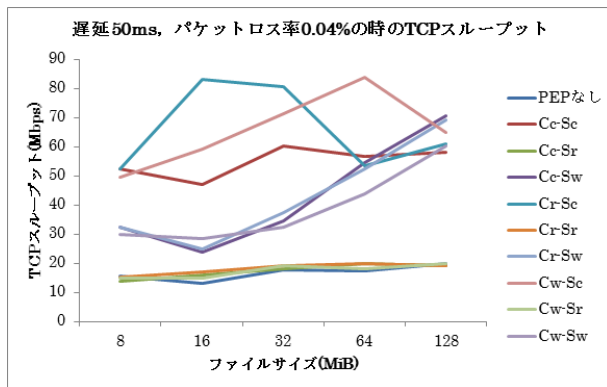


図 3 検証結果

2.4.代理サーバによる TCP コネクション分割

1 台のサーバを使用する場合、サーバ側ではなく区間の中間に設置することにより、区間分割の効果を得られることになる。このことを検証し、区間の中間に輻輳制御方式として CUBIC を用いる PEP を設置した場合に、大きな効果が得られることを明らかにした。往復遅延時間 50 ミリ秒、パケットロス率を 0.1% に設定した場合に、ファイルサイズ 8MiB の時に 50Mbps 以上、ファイルサイズが 128MiB の時には 200Mbps を超える TCP スループットとなった。

2.5.実環境での評価

往復遅延時間の合計が 50 ミリ秒を超える、与論-鹿児島-東京 (53 ミリ秒) 及び与論-福岡-東京 (53 ミリ秒) において、区間を 2 分割、プロキシソフトウェアに squid を使い、輻輳制御方式を CUBIC として測定を行った。ファイルサイズを 8MiB とした場合、区間を分割しない場合には TCP スループットは 50Mbps を超えないが、区間分割により 50Mbps を超える TCP スループットを得ることができた(図 4)。

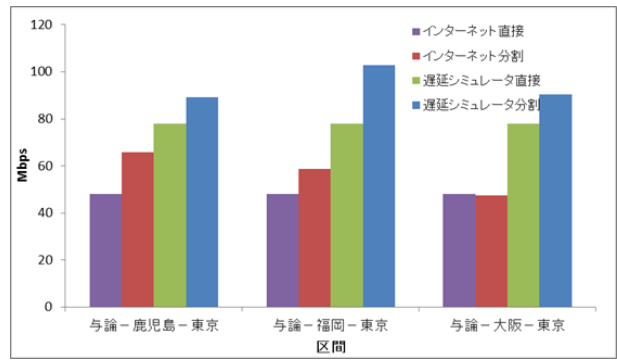


図 4 実環境での評価結果

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発により技術的課題は解決されたが、実用化に際しては利用者単位のアクセス制限の仕組みの開発が必要となる。現在、そのシステムを開発中であり、間もなく開発が完了する見込みである。システム開発の完了後、与論町内においてモニター試験を実施し、利用者の評価を得た上で、地元 ISP や自治体と協働して導入を進めることとしている。これにより、与論町内における TCP スループットの向上はもちろんのこと、同じ課題を抱える全国、全世界の地域で TCP スループットの向上を図ることができ、大容量のブロードバンドコンテンツの受信に際しての地域格差を最小化できる。

4. むすび

往復遅延時間が 50 ミリ秒を超える、仮想化環境、遅延シミュレータ環境、実インターネット環境のすべての環境において、通信区間の中間にプロキシを設置することで、50Mbps 以上の TCP スループットが達成できることを明らかにした。1 世帯あたりの年間の概算費用は最大でも 10 千円を超えず、50 千円以下の費用で実現が可能である。

【誌上発表リスト】

- [1] 升屋正人、室屋孝英、下園幸一、“コネクション分割による TCP スループット向上システムの仮想化環境における評価”、大学情報システム環境研究、Vol.17、pp.58-66 (2014 年 7 月)
- [2] 鹿毛健広、下園幸一、升屋正人、“TCP スループット測定に用いる転送データサイズに関する検討”、情報処理学会九州支部若手の会セミナー (宗像市) (2015 年 9 月 8 日)
- [3] 山口裕之、下園幸一、升屋正人、“TCP スループット向上に用いる単独 PEP に最適な輻輳制御方式”、情報処理学会九州支部若手の会セミナー (宗像市) (2015 年 9 月 8 日)

【報道掲載リスト】

- [1] “光通信の地域格差は正へ”、南海日日新聞、2014 年 3 月 1 日
- [2] “鹿児島大学、遠隔地でのアクセス高速化実証に富士通の高速転送ソフトを採用”、クラウド Watch、2014 年 3 月 31 日
- [3] “鹿児島大、Internet Access 高速化実証に富士通製品の採用決定”、マイナビニュース、2014 年 4 月 1 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://bbzero.jp>