

高遅延環境における HTTP/2 の転送速度に関する考察

小田尚輝†

山口実靖‡

工学院大学工学部情報通信工学科†

工学院大学情報学部情報通信工学科‡

1. はじめに

ウェブページの読み込み時間の短縮方法の一つとして、HTTP/2 という新しいハイパーテキスト転送用のプロトコルが発表された。本稿では本プロトコルのウェブページの読み込み速度の向上手法に関する考察を行う。

2. HTTP/2

HTTP/2 は 2015 年 2 月 17 日に IETF に正式な仕様として承認され、同年 5 月に RFC 7540[1]として文章化された HTTP/1.1 と互換性を持つ Hypertext Transfer Protocol である。一つの TCP コネクションで複数のリクエストとレスポンスをパイプライン化し送受信することが可能となっている。ただし、TCP コネクションを 1 個しか用いないことが原因で性能が劣化する可能性が考えられる[2]。

3. HTTP/2 の基礎性能評価

3.1 評価方法

本章にて、HTTP/2 を用いた場合のウェブページの読み込み速度と、HTTP/1.1 を用いた場合の読み込み速度の比較を行う。WindowsOS を用いて構築したクライアント PC(以下クライアント)と、LinuxOS を用いて構築したサーバ PC(以下サーバ)、ブリッジ PC(以下ブリッジ)の合計 3 台の PC を用意し、図 1 のようにネットワーク環境を構築し測定を行った。ブリッジはネットワーク遅延およびパケットロスを実ミュレートする機能を有している。測定では、クライアント内のウェブブラウザを用いてサーバ内の 2.5MB の画像を 12 枚表示する測定用ページに接続したときの読み込み時間を測定した。クライアント OS は Windows7(64bit)、ウェブブラウザには firefox50.1.0(64bit)を使用した。サーバ OS には Fedora23(linux4.2.3)、サーバアプリケーションには、Apache2.4.18 を使用した。また Apache 内の mod_http2 を用いて、nghttp2_1.11.1 を起動することにより HTTP/2 による通信を行った。HTTP/1.1 は 1 コネクション、6 コネクション、100 コネクションの 3 条件で測定し、以下それぞれを 1c、6、100c、と表記

A Study on Throughput of HTTP/2 in Highly Delayed Network

Naoki ODA† Saneyasu YAMAGUCHI‡

Department of Information and Communications Engineering Kogakuin University†

Department of Information and Communications Engineering Kogakuin University‡

する。また、2 個以上のコネクションを多コネクションと呼ぶ。クライアント(受信 PC)の広告ウィンドウサイズは 16MB(window scaling=8)である。



図1 ネットワーク構成

3.2 RTT と読み込み速度の関係

本節にて、RTT と読み込み速度の関係を示す。ブリッジを用いて 10~350[ms]の遅延時間を発生させ、それぞれにおける読み込み時間を測定した。測定結果を図 2 に示す。縦軸は読み込み時間であり、高ければ通信に時間が多くかかったことを意味する。横軸は RTT である。HTTP/2 のコネクション数は 1 である。

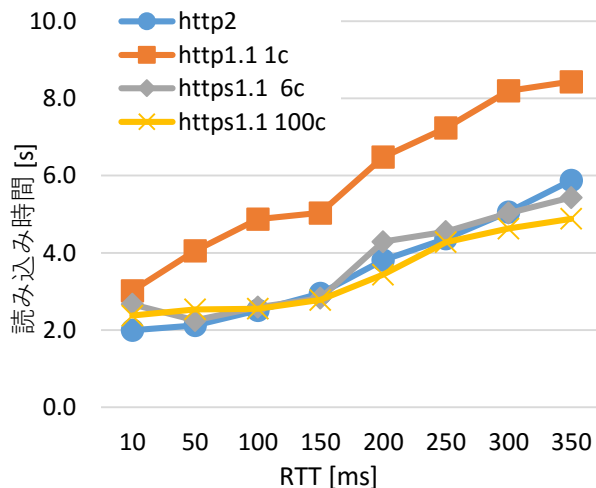


図2 RTT と読み込み時間

測定の結果から、1 コネクションで構成される HTTP/2 の通信の速度と、多コネクション構成される HTTP/1.1 の通信の速度はほぼ同等であることが分かる。また、1 コネクションで構成される HTTP/1.1 の通信の速度は、RTT の大きな状況において HTTP/2 より大きく劣ることが分かる。

3.3 パケットロス率と読み込み速度の関係

本節にて、パケットロス率と読み込み速度の関係を示す。ブリッジを用いてパケットロスを意図的に

発生させ、0~0.1[%]と変動させた。測定結果を図 3 に示す。縦軸は読み込み時間であり、高ければ通信に時間が多くかかったことを意味する。RTT は 100[ms]である。

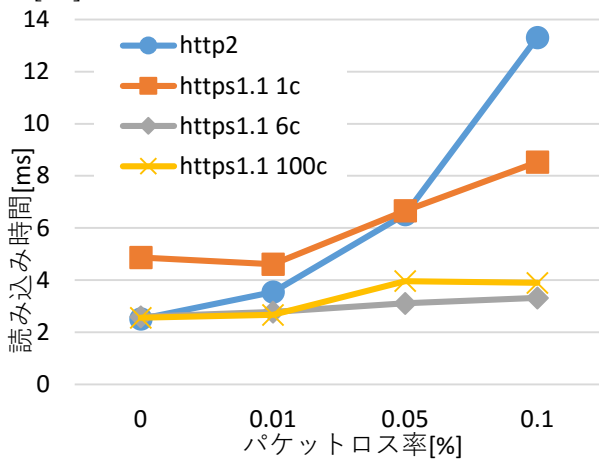


図 3 パケットロス率と読み込み時間

測定の結果から、パケットロス率が 0.1%では HTTP/2 は HTTP/1.1 と比べて大きく読み込み速度が低下しているのがわかる。つまり HTTP/2 は高パケットロス率環境では HTTP/1.1 よりも性能が低いことがわかる。

5. 考察

高パケットロス率環境において HTTP/2 の読み込み速度が大きく低下する理由として、HTTP/2 は一つの TCP コネクションで通信を行うため、パケットロスによりそのコネクションの輻輳ウィンドウが低下した際にそれを補う他のコネクションがなく、輻輳ウィンドウ低下の影響を大きく受けてしまうことが考えられる。よって高遅延環境かつ環境において通信速度を向上させるには、TCP コネクション数の増加が有効であると考えられる。

6. 性能向上手法

一つの NIC に複数の IP アドレスを設定し、画像ファイルの指定に用いる IP アドレスの数を増やすことで疑似的に HTTP/2 にて複数コネクションを実現し、HTTP/2 の通信性能を向上させる手法について考察する。

7. 提案手法の性能評価

第 3 章で行った測定を、本性能向上を用いて再度評価する。HTTP/2 は 1 コネクション、3 コネクション、6 コネクションの 3 条件で測定し、以下それぞれ 1c、3c、6c と表記する。

まず高遅延環境において本手法が有効か評価する。ブリッジを用いることで意図的に高遅延環境を発生させた。RTT は 350[ms]である。測定結果を図 4 に示す。測定の結果から、高遅延環境において TCP コネクション数を増やすことで読み込み速度が向上することを確認でき、本手法が有効であることが確認できる。

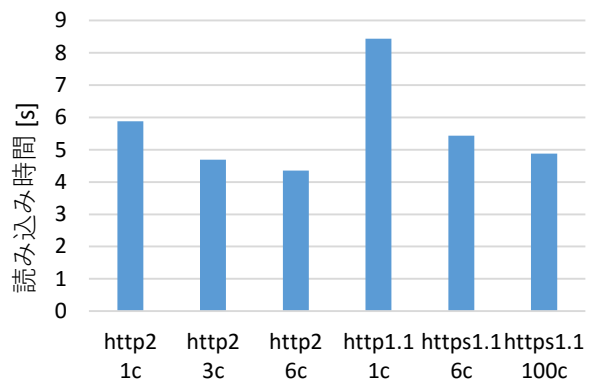


図 4 高遅延環境でのコネクション数と読み込み時間

次に高パケットロス率環境において本手法が有効か評価する。ブリッジにて意図的にパケットロスを発生させた。パケットロス率は 0.1%である。測定結果を図 5 に示す。

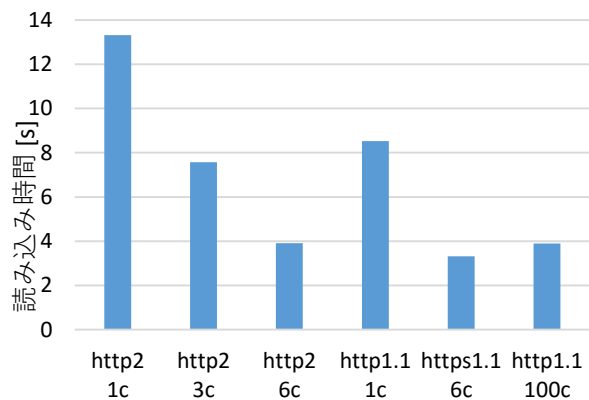


図 5 高パケットロス率環境でのコネクション数と読み込み時間

測定の結果から、高パケットロス率環境においても TCP コネクション数を増やすことで読み込み速度が向上することを確認でき、本手法が有効であることが確認できた。

8. おわりに

本研究では TCP コネクション数を増加させることにより高遅延環境および高パケットロス率環境にて HTTP/2 の性能を向上させる手法に着目し、性能評価によりその有効性を示した。今後は TCP コネクション数が 1 の場合に性能を向上させる手法を考察する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25280022,2630040,15h02696 の助成を受けたものである。

本研究は JST、CREST の支援を受けたものである。

参考文献

[1] RFC7540 Hypertext Transfer Protocol Version 2 (HTTP/2) <https://tools.ietf.org/html/rfc7540>
 [2] 小田尚輝,山口実靖,“高遅延高パケットロス率環境におけるコネクションを考慮した HTTP/2 通信性能の向上に関する一考察”, 電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会(NS),2017年 3月.