

Webコンテンツに応じたHTTPプロトコル切替による ページ読み込み時間削減手法

佐々木雄大[†] 塚崎拓真[‡] 膝睿[§] 佐藤健哉[‡]

[†]同志社大学工学部情報システムデザイン学科

[‡]同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

近年、スマートフォンなどの普及により、インターネットの利用率は増加している。一方で、通信品質の悪化などによるWebページ読み込み時間の増加は、ユーザー満足度に影響し、ユーザーは読み込み速度の遅いWebページから離れる傾向にある。

こうした状況を踏まえ、Webページ読み込み時間を削減するために開発され、現在IETFによって標準化が進められているのがQUICである。しかし、高い通信帯域幅かつ非常に低い遅延及びパケットロス率となる高品質ネットワークでは、QUICがTCPよりも低い性能を示すことがあると指摘されている[1]。これは、アプリケーションとして実装されているQUICは、カーネルレベルで実装されているTCPに比べ、メモリやCPUなどが非効率であるためである。また、Webページが多数の小さなサイズのサブリソースで構成されている場合、QUICが大きな利点を提供しないことも指摘されている[1]。

以上のことから、どのような場合においてもHTTP/3が最適なプロトコルであるとは限らない。そこで本研究では、高品質ネットワーク環境下において、読み込むコンテンツ内容によってサーバ側で動的にプロトコルを選択することで、ページ読み込み時間を削減する手法を提案する。

2 関連研究

大橋らは、様々なネットワーク環境におけるHTTP/2とHTTP/3の性能比較を行なった結果を基に、ネットワーク環境に応じてサーバ側で動的な利用プロトコルの制御を行い、ページ読み込み時間を削減する手法を提案している[2]。しかし、この手法では、読み込むコンテ

Reducing Page Load Time by Switching HTTP Protocol according to Web Content

Yudai Sasaki[†], Takuma Tsukasaki[‡], Rui Teng[§] and Kenya Sato[‡]

[†]Doshisha University

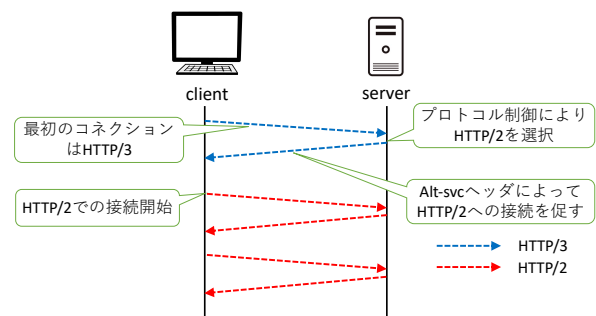


図 1: 提案手法の動作手順 (HTTP/2 に変更する場合)

ンツに含まれるサブリソースのサイズや数を考慮した性能評価が行われていないという課題がある。

3 提案手法

3.1 概要

提案手法では、クライアントから要求されたコンテンツのサブリソースのサイズと数を基に、接続時にサーバ側で通信プロトコルを制御する。最初のコネクションではHTTP/3を使用し、プロトコル制御の結果、HTTP/2が選択された場合は、Alt-svcヘッダによってHTTP/2への接続を促す。HTTP/3が選択された場合は、HTTP/3での通信を継続する。これにより、コンテンツごとに適したプロトコル選択が可能となり、ページ読み込み時間を削減する。

3.2 動作手順

クライアント・サーバ間の通信が開始されてから、クライアントで実際にWebページが読み込まれるまでの動作手順を図1に示し、以下で詳細について述べる。クライアントはHTTP/3での通信が可能なブラウザとする。

1. クライアントがサーバに対してコンテンツを要求

表 1: 評価環境

通信帯域 (Mbps)	200
パケットロス率 (%)	0
通信遅延 (ms)	10

する.

- サーバは、要求されたコンテンツのサブリソースのサイズと数に応じてプロトコルを選択する.
- サーバは、選択したプロトコルに応じてレスポンスヘッダを構築し、クライアントにレスポンスを返す.
- クライアントはレスポンスを受け取り、Alt-svc ヘッダによる HTTP/2 への接続が促されていた場合、並行して HTTP/2 コネクションの確立を開始する.
- クライアントは、選択されたプロトコルを用いてサブリソースを取得する.

4 評価

4.1 評価手法

まず、様々なサイズと数のサブリソースで構成されるコンテンツにおいて、最初の HTTP リクエストを送ってからコンテンツを全て読み込むまでの時間を計測し、各プロトコルの性能比較を行う。その性能比較によって得られた結果を基に、プロトコル制御を実装する。

そして、HTTP/2, HTTP/3, 提案手法の3パターンについて評価を行う。読み込むコンテンツサイズは、Google が Web サイトの適切なファイルサイズとして推奨する 1.6MB とする [3]。また、様々なサブリソース数のコンテンツ想定し、最初の HTTP リクエストを送ってからコンテンツを全て読み込むまでの時間を計測する。

4.2 評価環境

Docker 上に、サーバ、クライアントを Go 言語を利用して実装を行う。OS は Ubuntu Server 18.04 を利用する。また、ネットワーク環境を表 1 に示す。

4.3 コンテンツに応じた各プロトコルの性能比較

各プロトコルの性能比較の結果を図 2 に示す。ここでは、各プロトコルのページ読み込み時間 (Page Load Time) を、PLT(HTTP3), PLT(HTTP2) と表記する。

4.4 評価結果と考察

評価結果を図 3 に示す。読み込むサブリソース数が多い場合、提案手法は HTTP/3 と比べてページ読み込み時

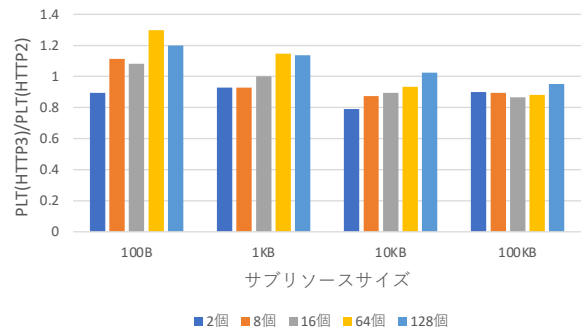


図 2: 各プロトコルの性能比較

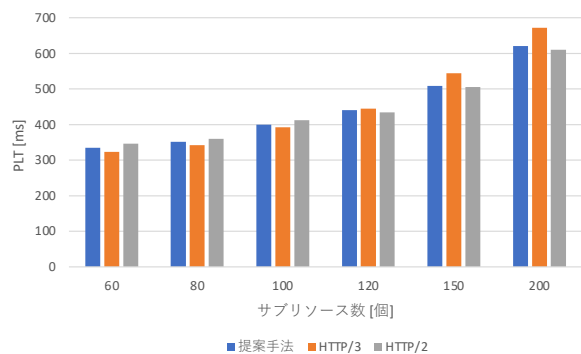


図 3: 各プロトコルと提案手法のページ読み込み時間

間を削減できる。一方で、サブリソース数が 100 個にも満たないような場合は、HTTP/3 を用いる方がページ読み込み時間を削減することができる。

5 まとめ

本研究では、コンテンツ内容に応じた HTTP/2 と HTTP/3 の性能比較を行い、その結果に応じて HTTP プロトコルを切り替える手法を提案した。その結果、多数のサブリソースを有する Web サイトでは、提案手法が HTTP/3 と比べてページ読み込み時間を削減することができた。

本研究の一部は JSPS 科研費 20H00589 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] P. Biswal and O. Gnawali, "Does QUIC Make the Web Faster?," 2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), pp. 1-6, 2016.
- [2] 大橋 滉也, 北口 善明, 山岡 克武, "ネットワーク環境に応じた HTTP バージョン選択によるコンテンツロード時間削減", 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2020-IOT-48, No. 23, pp. 1-7, 2020.
- [3] Avoid enormous network payloads, <https://web.dev/total-byte-weight/>, (参照 2021-12).