

モバイル端末の低速通信時の閲覧に特化した 仮想 Web ブラウザの提案と試作

高橋 源太[†]明治大学理工学部[†]阿部 創志朗[‡]明治大学大学院理工学研究科[‡]早川 智一[§]明治大学理工学部[§]

1. はじめに

近年、モバイル端末で Web ページを閲覧する機会が増えている。総務省 [1] によると、2021 年の個人でのインターネット利用機器は、スマートフォンが 68.5 % と最も割合が多い。

しかし、モバイル端末では Web ページの読み込み時間が通常よりも長くなる場合がある。なぜならば、モバイル端末の契約プランは月々の通信容量に上限が設けられていることが一般的なためである。

Web ページの読み込み時間が長くなると、閲覧者の利便性が低下してしまうという課題がある。なぜならば、ネットサーフィンの効率を低下させ、閲覧しようとしている Web ページへの興味を下げってしまうためである。例えば、一般的な大きさ (2,014KB [2]) の Web ページを低速通信時 (128 Kbps) に読み込むと、閲覧者が寛容でいられる応答時間 (12 秒 [3]) を約 10 倍以上上回ってしまうことになる。

本論文では、この課題を解決するために、モバイル端末の低速通信時の閲覧に特化した仮想 Web ブラウザ (以下、仮想ブラウザ) を提案する。モバイル端末が低速通信時と類似した状況で、既存のブラウザと提案仮想ブラウザを介した場合とで読み込み時間の評価を行った。

2. 関連研究

我々は、悪意のあるサイトから閲覧者を保護する仮想ブラウザ [4] をこれまでに提案してきた。同研究と本研究は仮想化の手段として画像化している点に類似性があるが、本研究ではモバイル端末が低速通信時の読み込み時間を短縮することを目的にしている点で異なる。

坂元 [5] は、JavaScript 最適化と HTTP 圧縮を用いて通信量を削減している。通信量削減は本研究

と類似しているが、本研究では画像化と画像圧縮をして通信量削減を実現している点で異なる。

3. 提案手法

本論文では、前述 (1 章) の課題を解決するために、利用者のモバイル端末が低速通信時でも短時間で Web ページが閲覧可能な仮想ブラウザを提案する。

図 1 に提案仮想ブラウザの概要を示す。提案仮想ブラウザの流れは以下のとおりである：(1) 利用者のモバイル端末から画像処理サーバに閲覧したい Web ページの URL などを送信する；(2) 画像処理サーバが利用者の閲覧したい Web ページを代理で取得し画像化する；(3) 画像処理サーバが画像を低速通信時に適した形式・サイズに変換してモバイル端末に返信する；(4) 画像処理サーバから返信された画像をモバイル端末が表示する。

4. 設計

提案仮想ブラウザは、サーバとクライアントから構成される。この仮想ブラウザの具体的な処理を図 2 に示す。仮想ブラウザの処理の流れは：(1) 利用者の閲覧したい Web ページの URL や端末情報などをサーバに送信し；(2) クライアントから受け取った URL に対応する Web ページのスクリーンショットを作成し；(3) 画像の分割と形式の変更によって圧縮し；(4) 画像のバイナリデータをクライアントに返信し；(5) サーバから

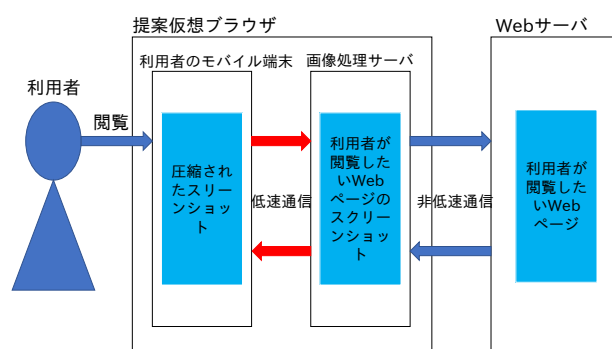


図1 提案仮想ブラウザの概要

A proposal of a virtual web browser specialized for browsing on mobile devices with low-speed Internet connections

[†]Genta Takahashi, School of Science and Technology, Meiji University, ee197007@meiji.ac.jp

[‡]Soshiro Abe, Graduate School of Science and Technology, Meiji University, ce225001@meiji.ac.jp

[§]Tomokazu Hayakawa, School of Science and Technology, Meiji University, t_haya@cs.meiji.ac.jp

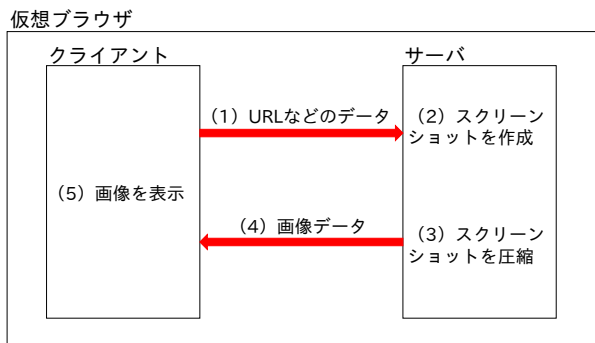


図2 仮想ブラウザの具体的な処理

受け取ったバイナリデータを用いて画像を表示する。

提案手法の前提として、サーバと閲覧したい Web サーバ間の通信は高速であり、サーバには十分な処理能力があるものとする。

クライアントでは、URL や端末サイズなどのデータをサーバに送信している。そして、サーバから返信された画像データを表示する。

サーバでは該当する Web ページ全体のスクリーンショットを PNG (Portable Network Graphics) 形式で作成する。PNG 形式で作成する理由は、JPEG (Joint Photographic Experts Group) 形式や WebP 形式だと画像の幅と高さに仕様上の上限があるためである。そして、サーバではその画像を利用者の端末の高さで分割し、WebP 形式に変換して圧縮する。WebP 画像は同等の PNG 画像や JPEG 画像よりサイズが小さくなる [6] ため、この形式にした。また、WebP 形式は Internet Explorer 以外の主要なブラウザに対応している [7]。

クライアントはサーバから分割された画像が順次返信されるので、サーバとクライアント間で断続的な通信を行い、HTTP 通信のオーバーヘッドを削減するために WebSocket で双方向通信を行う。

5. 評価

我々は、提案仮想ブラウザの有用性を評価するために、既存のブラウザと仮想ブラウザの読み込み時間を比較した。具体的には、既存のブラウザと提案仮想ブラウザを介した場合とで同じ Web ページを低速通信時に読み込んだ時の最初に表示されるまでの時間を測定した (表 1)。表 1 中の Web ページは、訪問数における日本のトップ 10 [8] である。また、既存のブラウザとして Google Chrome のモバイル端末エミュレータを用いた。通信速度は Charles [9] を用いて低速通信時の速度 128 Kbps に設定した。

評価結果から、提案仮想ブラウザを介した場合

表 1 低速通信時の既存のブラウザと提案仮想ブラウザを介した場合との初期読み込み時間

Web ページ	既存のブラウザ	提案仮想ブラウザ
google.com	14.48 秒	2.98 秒
yahoo.co.jp	16.21 秒	9.32 秒
docomo.ne.jp	51.62 秒	11.40 秒
youtube.com	79.95 秒	18.91 秒
twitter.com	2.14 秒	4.54 秒
news.yahoo.co.jp	15.86 秒	5.51 秒
amazon.co.jp	16.76 秒	12.03 秒
rakuten.co.jp	79.34 秒	5.72 秒
wikipedia.org	4.09 秒	5.22 秒
fc2.com	6.09 秒	9.20 秒

の読み込み時間は、70 % (全 10 ページ中 7 ページ) の割合で既存のブラウザよりも短くなることが明らかになった。一方で、残り 3 つの Web ページで既存のブラウザよりも読み込み時間を短縮できなかった理由は、当該ページに画像が少なかったために、本提案手法による画像圧縮の恩恵を受けにくかったためと考える。

6. おわりに

本論文では、モバイル端末の低速通信時の閲覧に特化した仮想ブラウザを提案した。評価の結果から、提案仮想ブラウザが低速通信時に 70 % の当該 Web ページにおいて閲覧を高速化できることを確認した。

今後の展望としては、画像が少ない Web ページでも既存のブラウザより読み込み時間を短縮できるように改良していく予定である。

参考文献

- [1] 総務省：令和 3 年通信利用動向調査の結果，総務省（オンライン），https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/220527_1.pdf.
- [2] HTTP Archive: Page Weight, <https://httparchive.org/reports/page-weight#bytesTotal>.
- [3] Hoxmeier, J. A. and DiCesare, C.: System Response Time and User Satisfaction: An Experimental Study of Browser-based Applications, *AMCIS 2000 Proceedings* (2000).
- [4] 早川智一，疋田輝雄：HTML5 を用いた仮想 Web ブラウザの提案と評価，情報処理学会論文誌 (2016).
- [5] 坂元康好：JavaScript 最適化と HTTP 圧縮による Web 通信量削減の実証的研究，神戸大学（オンライン），<https://cs27.org/achieve/data/pdf/1205.pdf>.
- [6] Google: ウェブ用の画像形式，Google（オンライン），<https://developers.google.com/speed/webp>.
- [7] Can I use: Can I use WebP Support tables for HTML5, CSS3, etc, Can I use, <https://caniuse.com/webp>.
- [8] similarweb: 日本で上位の Web サイトランキング，similarweb（オンライン），<https://www.similarweb.com/ja/top-websites/japan/>.
- [9] Karl von Randow: Charles Web Debugging Proxy, <https://www.charlesproxy.com/>.