



## レンダリング結果のキャッシュによる Webパフォーマンス向上手法

日本電信電話株式会社 NTTネットワーク基盤技術研究所  
 中野雄介, 上山憲昭, 塩本公平  
 大阪大学 サイバーメディアセンター  
 長谷川剛  
 大阪大学 情報科学研究科  
 村田正幸, 宮原秀夫

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

## 研究の背景

Webページの表示にかかる時間がサービスプロバイダの収入に大きく影響  
 Translating Web Performance to Dollars and Cents  
 Speed is a feature, and it is not simply speed for speed's sake. Well-publicized studies by Google, Microsoft, and Amazon all show that web performance translates directly to dollars and cents—e.g., **a 2,000 ms delay on Bing search pages decreased peruser revenue by 4.3%**

Bingの検索ページにおける2秒の遅延により、ユーザあたりの収益が4.3%減少

Similarly, an Aberdeen study of over 160 organizations determined that an extra **One-second delay in page load times led to 7% loss in conversions, 11% fewer page views, and a 16% decrease in customer satisfaction!**

1秒の遅延は7%のコンバージョン、11%のページビュー、16%の顧客満足度の減少

Ilya Grigorik, High Performance Browser Networking, O'REILLY, 2013

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

## 課題と目的

Webページ表示で最も時間のかかる部分  
 Webページ内での待ち時間である。Blockedに最も時間がかかっている。  
 待ち時間を削減し、Webページの表示にかかる時間を削減を目的とする。

Webページを構成するオブジェクトのダウンロード時間の内訳

地点内訳	カリフォルニア	アルゼンチン	フランス	オーストラリア
Blocked	255.36	552.92	418.45	377.77
DNS	0.68	0.30	0.43	0.85
Connect	13.86	25.01	81.32	21.18
Send	0.02	0.01	0.01	0.02
Wait	195.10	392.28	235.04	292.07
Receive	53.10	78.61	46.43	72.43

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

## 提案手法

ネットワーク内のレンダリング(Webページ表示までの処理)機能が端末内のブラウザの代わりにレンダリングし、過去のレンダリング結果をキャッシュしておく。  
 → **キャッシュされたレンダリング結果の形でブラウザでの待ち時間を削減**

過去: キャッシュ  
 レンダリング依頼 → レンダリング → オブジェクト取得 http://www.ntt.co.jp/  
 専用ブラウザ → レンダリング → レンダリング結果 → レンダリング結果キャッシュ → キャッシュ → 画像サーバ 広告サーバ

現在: キャッシュ利用  
 レンダリング依頼 → レンダリング → オブジェクト取得の待ち時間を削減できる  
 専用ブラウザ → レンダリング → レンダリング結果取得 → キャッシュ

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

## 提案手法の課題

同じWebページでもタイミングや、ユーザによってWebページの内容が異なる。  
 → **キャッシュされたレンダリング結果と他のユーザがその内容を見ることはできない**

部分的に内容が異なる

課題解決の方針  
 共通部分のみレンダリング結果をキャッシュ・再利用することで、共通部分の待ち時間を削減する。  
 動的な(内容の異なる)オブジェクトについては、ブラウザがダウンロードする。

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

## 提案手法の詳細

動作の説明

- 同一のWebページに対して、複数のリクエストがあった場合、レンダリングキャッシュ機能は、レンダリング結果間で共通の部分を抽出し、抽出結果をキャッシュする。
- キャッシュされたWebページリクエストがあった場合、レンダリング・キャッシュ機能は、キャッシュされた共通部分のレンダリング結果とHTMLを専用ブラウザへ返す。
- 専用ブラウザは、受信した共通部分のレンダリング結果に含まれない動的な部分をHTMLを参照することでWebサーバから取得し、共通部分とともに画面に表示する。

専用ブラウザ → URL http://www.ntt.co.jp/ → レンダリング依頼 → レンダリング → レンダリング結果 → レンダリング結果キャッシュ → キャッシュ → 画像サーバ 広告サーバ  
 専用ブラウザ → URL http://www.ntt.co.jp/ → レンダリング依頼 → レンダリング → レンダリング結果 → レンダリング結果キャッシュ → キャッシュ → 画像サーバ 広告サーバ  
 専用ブラウザ → URL http://www.ntt.co.jp/ → レンダリング依頼 → レンダリング → レンダリング結果 → レンダリング結果キャッシュ → キャッシュ → 画像サーバ 広告サーバ

Copyright © 2016 NTT Corp. All Rights Reserved.

### 評価手法

動的オブジェクトの割合による、キャッシュを用いたレンダリング時間の変化を机上計算し、評価した。

**計算方法**

- 959の人気Webサイトトップページのダウンロード時間、タイミングを世界4箇所で測定
- レンダリング結果をキャッシュした場合の、レンダリング時間の変化を算出
  - 各地でのWebページ間で差分を取り、動的オブジェクトを抽出
  - オブジェクト間の関係を考慮し、動的オブジェクトのみのレンダリング時間算出

時刻

obj

レンダリング時間

Copyright © 2014 NTT Corp. All Rights Reserved. 7

### 評価結果

RTTの長いオセアニアや南米で効果が高いことがわかる。

キャッシュ不使用時のonload時間のヒストグラムと、  
キャッシュ使用時のonload時間の不使用時のonload時間に占める割合

カリフォルニア      フランス

オーストラリア      アルゼンチン

0% - 20%  
20% - 40%  
40% - 60%  
60% - 80%  
80% - 100%

Copyright © 2014 NTT Corp. All Rights Reserved. 8

### 評価結果

動的オブジェクトの割合が8割以下のWebページで効果が期待できる

動的オブジェクトの割合のヒストグラムと、  
キャッシュ使用時のonload時間の不使用時のonload時間に占める割合

カリフォルニア      フランス

オーストラリア      アルゼンチン

0% - 20%  
20% - 40%  
40% - 60%  
60% - 80%  
80% - 100%

Copyright © 2014 NTT Corp. All Rights Reserved. 9

### 考察

RTTの長い地域で効果が高い理由

- RTTが長い
- オブジェクトのダウンロード時間(主にWait & Receive)が長くなる
- 依存関係が多くなる
- 削減時間が長くなる

	キャッシュ不使用	キャッシュ使用
短RTT	静的オブジェクト (赤)	動的オブジェクト (青)
長RTT	短RTTのonload (紫)	長RTTのonload (黄)

onload時間の差 短RTT (紫) / 長RTT (黄)

キャッシュ使用時のONLOAD時間の不使用時のONLOAD時間に占める割合はRTTが長いほど大きくなる

Copyright © 2014 NTT Corp. All Rights Reserved. 10

### まとめと今後の課題

- レンダリング結果をネットワーク内でキャッシュすることで、端末でのレンダリング結果を短縮する手法を提案
- 提案手法を利用した際の、レンダリング時間の変化を算出
  - RTTが長い地域で削減効果が大きい
  - 動的オブジェクトの割合が8割以下のページで効果が期待できる
- 今後
  - 提案手法による削減効果が期待できる場合、手法の実装・評価

Copyright © 2014 NTT Corp. All Rights Reserved. 11