



Webパフォーマンスの因果分析

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
大学院情報科学研究科
村田正幸

Copyright © 2015 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 from 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 per user 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!**

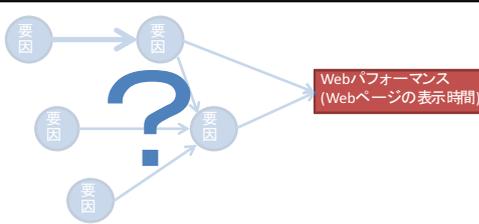
1秒の遅延は7%のコンバージョン、11%のページビュー、16%の顧客満足度の減少

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

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 2

課題

Webパフォーマンスを決定する要因特定が困難
Webパフォーマンス(Webページの表示時間)は様々な要因が相互に影響あつて決定される。

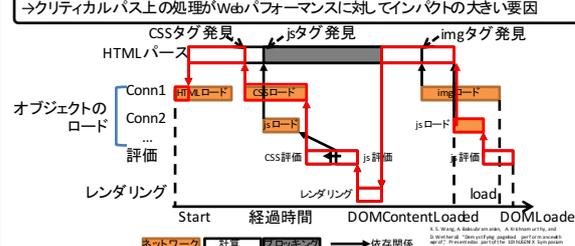


インパクトの大きい要因の特定が困難

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 3

インパクトの大きい要因が一定しない

関連研究: WPfor
Webブラウザの処理間の依存関係を抽出
→クリティカルパス上の処理がWebパフォーマンスに対してインパクトの大きい要因



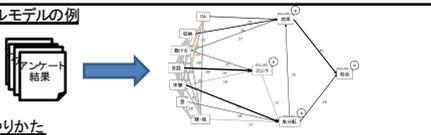
Webページやブラウザの動作環境の違いによってインパクトの大きい要因が変化すると考えられる

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 4

グラフィカルモデリングの応用

概要
グラフィカルモデル: 変数を頂点としてグラフに対応した統計モデル
グラフィカルモデルを推論することがグラフィカルモデリング

グラフィカルモデルの例



基本的なやりかた
全ての変数間に線がある状態から始める → 線を1本ずつ切断し、元のデータとの適合度確認 → 適合度が高く、変数間の線が少ないモデル作成

※線の前関係は予めわかっている

Webパフォーマンスへのインパクトの大きい要因の特定に応用できる

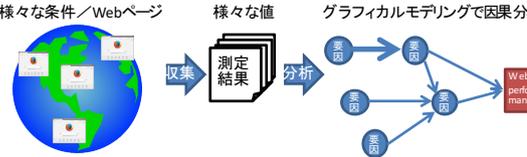
Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 5

目的

Webパフォーマンスを決定する要因の特定

- 様々なブラウザの動作環境/Webページで様々な値を測定
- グラフィカルモデリングにより、測定データに対して因果分析を実施

様々な条件/Webページ → 様々な値 → グラフィカルモデリングで因果分析



ブラウザの動作環境/Webパフォーマンスに関する測定値を用いたグラフィカルモデリングの結果からインパクトの大きい要因を特定

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 6

測定対象

Webパフォーマンスに関連する測定対象

Webパフォーマンス: Onload時間
Onload時間/ブラウザの動作環境に關係する様々な値を測定

Webページについての測定値

ダウンロード時間についての測定値

Webページの特徴についての測定値

- 静的オブジェクト数
- オブジェクト数
- オブジェクトサイズ
- ホスト数
- 依存関係数

ブラウザの動作環境についての測定値

- RTT
- ベンチマークスコア

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 7

測定環境

Webパフォーマンス測定プラットフォーム

- 測定ホスト: Webブラウザ, 測定プログラム, ベンチマークノットが動作する多様な場所, スペックのホスト (PanetLabを利用)
- 測定条件配信サーバ: 測定対象のURL, 測定開始時刻等を配信するWebサーバ
- 測定データ収集・解析サーバ: 測定データを収集するFTPサーバ

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 8

測定ホストの構成と動作

1. 収集条件を取得
2. 収集条件に含まれる開始時刻まで待機
3. Firefox起動, 収集条件に含まれる対象URLをFirefoxで表示するよう指示
4. 測定結果(HARファイル)を出力
5. 測定結果をFTPで測定データ収集・解析サーバにアップロード

※測定失敗時は測定プログラムがFirefoxを再起動

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 9

測定条件

- 測定ホスト数: 102ホスト
- 対象URL数: 950URL (AlexaのWebサイトカテゴリ毎の人気上位から同数ずつ抽出)
- 測定開始時刻: 午前0時(各現地時刻)

North America	55
South America	4
Europe	8
Oceania	5
Asia	8

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 10

Webページ由来の要因の分析結果

結果

オブジェクト数・静的オブジェクト数・ホスト数が依存関係の数に影響し、最終的にOnload時間が決まる

数字: 標準偏回帰係数
実線: 正の標準偏回帰係数
点線: 負の標準偏回帰係数
太さ: 標準偏回帰係数の絶対値

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 11

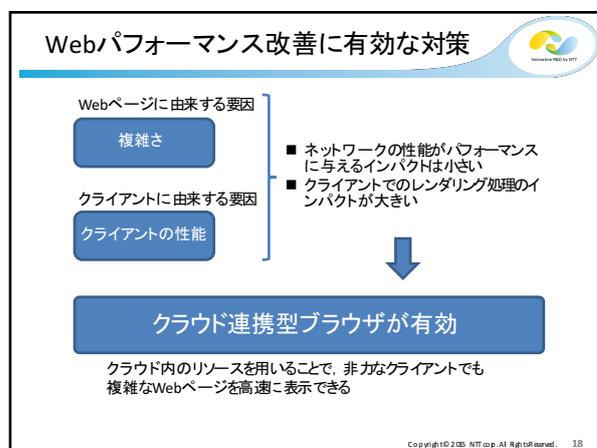
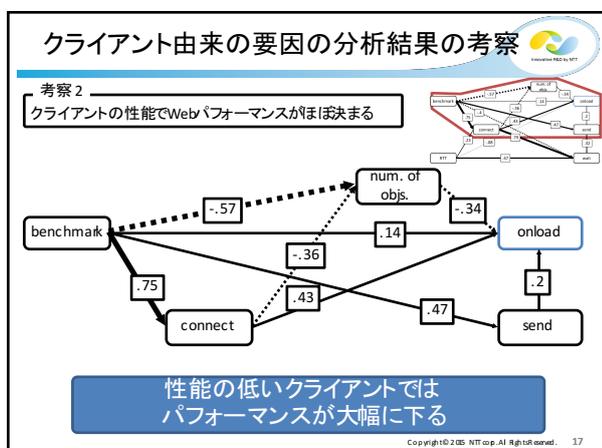
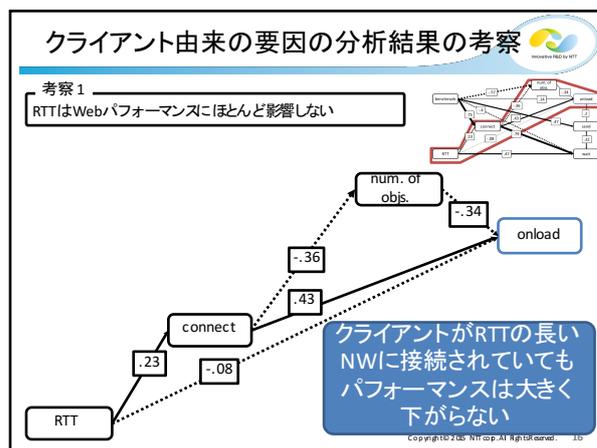
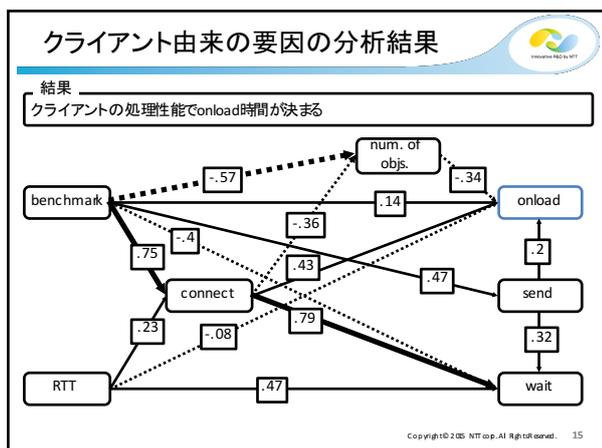
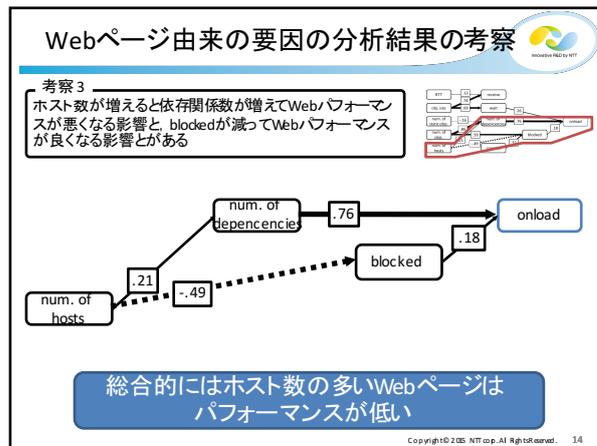
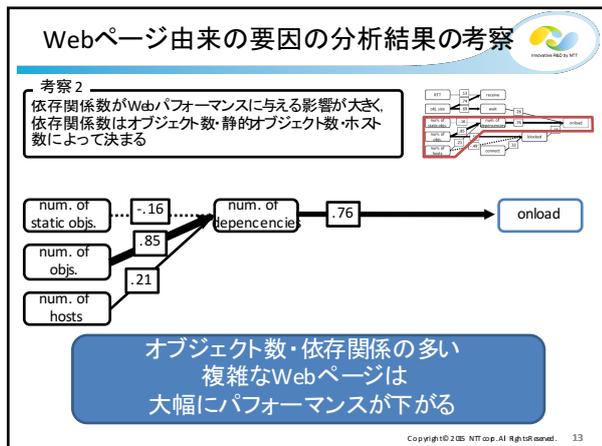
Webページ由来の要因の分析結果の考察

考察1

RTTはWebパフォーマンスに影響しない

遠くにあるWebサーバから配信される場合、RTTの長いNWに接続されたWebサーバでもパフォーマンスは下がらない

Copyright © 2015 NTT corp. All Rights Reserved. 12



まとめ



- インパクトの大きいWebパフォーマンスを決定する要因を、因果分析により特定
 - Webページの複雑さ がWebパフォーマンスに与える影響が大きい
 - クライアントの性能
- ネットワークの性能がWebパフォーマンスに与える影響は限定的
- 有効な対策として、クラウド連携型ブラウザが考えられる
- 今後
 - 分析結果をベースにクラウド連携型ブラウザについての検討をすすめる