

Web サイト閲覧者がレスポンシブウェブデザインを適用可能な手法の提案と試作 A Proposal of Client-Side Method that Enables to Apply Responsive Web Design to Website

河邊 純弥[†] 松本 怜也[‡] 早川 智一[†]
Junya Kawabe Reiya Matsumoto Tomokazu Hayakawa

1. はじめに

近年の Web サイトは、端末に応じた適切なデザインの提供が求められる。これは、Web サイトの閲覧にデスクトップやモバイル端末などの多様な端末が用いられるためである。実際に、2015 年時点で 24,093 種類の android 端末が使われて [1] あり、特にモバイル端末の多様化が進んでいる。

モバイル端末に対応するための手法として、レスポンシブウェブデザイン (以下、RWD) [2] が存在する。RWD は、端末の画面サイズに応じて CSS を切り替えることで、単一の Web サイトで端末に応じた適切なデザインを実現する Web サイトの開発手法である。

モバイル端末への対応が進む一方で、モバイル端末に未対応な Web サイトも存在する。これは、既存の Web サイトへの RWD の適用は難しく [3]、モバイル端末に対応するためには、新たな Web サイトを制作する必要がある。開発者にとって費用や労力がかかるためである。実際に、2018 年時点での企業の Web サイトのうち、約 19% がモバイル端末に未対応 [4] である。

このような背景から、Web サイト開発者への RWD 適用を支援する研究 [5] [6] が行われている。しかし、開発者への支援のみでは全ての Web サイトをモバイル対応することは難しく、モバイル端末を用いた Web サイト閲覧者のユーザ体験が損なわれてしまう。そのため、Web サイト閲覧者がユーザ体験向上を目的として、Web サイトをモバイル対応できるようにすることが望ましいと我々は考える。

そこで本論文では、Web サイト閲覧者が RWD を適用可能にする手法を提案する。提案手法を用いることで、Web サイト開発者に依存せずに Web サイト閲覧者が Web サイトのユーザ体験の向上を行えることが期待できる。

2. 関連研究

Mahajan ら [5] は、Web サイトの本来のデザインを損なわずにモバイル端末対応を行う CSS 生成ツールを提案している。本研究とは、自動的に CSS を生成することでモバイル端末に対応する点で類似しているが、Web サイトの閲覧者が適用する手法である点で異なる。

Laine ら [6] は、閲覧者や端末に応じて既存の Web サイトを自動的に RWD に対応させる手法を提案している。

[†]明治大学理工学部 School of Science and Technology, Meiji University

[‡]明治大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Technology, Meiji University

本研究とは、Web サイトを自動的に RWD に対応させる点で類似しているが、Web サイトの閲覧者が適用する手法である点で異なる。

3. 提案手法

本論文では、Web サイト閲覧者が RWD を適用可能な手法を提案する。提案手法の概要を図 1 に示す。

提案手法では、オリジンサーバから取得した元の Web コンテンツを Document Object Model (以下、DOM) 木として構成する。そして DOM 木内の各ノードのタグ名と属性の値を元に CSS を生成することで、閲覧者によるコンテンツの変更を実現する。

生成する CSS は、RWD の 3 つの構成要件 [7] の実現と、フォントサイズの変更により、RWD へ対応する。

構成要件 1 つ目の fluid grid layouts は、コンテンツの width に相対値を指定することで、Web サイトのコンテンツを縦一列に再配置し、モバイル端末で閲覧しやすい Web サイトを実現するものである。

2 つ目の flexible images and media は、画像の width に相対値を指定することで、画像が画面幅をはみ出すことなく、適切なサイズで閲覧可能な Web サイトを実現するものである。

3 つ目のメディアクエリは、メディアクエリに max-width を指定することで、モバイル端末での閲覧時のみ RWD 対応が行われる Web サイトを実現するものである。

フォントサイズは、12px 未満の場合にはモバイル端末での閲覧に適さない [8] ため、12px に再指定することで、フォントが大きく、閲覧時にズームが不要な Web サイトを実現する。

コード 1 に提案手法が生成する CSS の一例を示す。RWD の適用時には、元の CSS よりも生成する CSS を

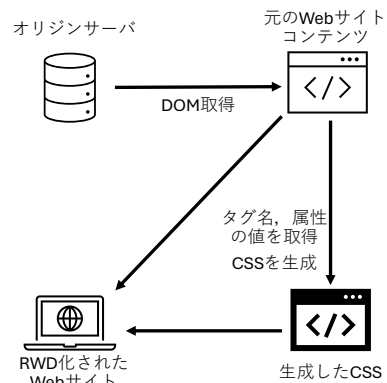


図 1 提案手法の概要

コード 1 提案手法が生成する CSS の例

```
@media (max-width: 960px) {
  #id {
    width: 100% !important;
    height: auto !important;
  }
}
```

優先させる必要がある。そのため、生成する CSS には important フラグを追加することで既存のコンテンツよりも優先度を高くする。

4. 設計

我々は提案手法を適用したプロトタイプを、プロキシサーバとして実装した。他の実装方法として、Web ブラウザの拡張機能やユーザスクリプトによる実装が考えられるが、特定の Web ブラウザへの依存や、追加の設定が必要となるため、選定を見送った。

5. 評価

我々は、提案手法の有用性を評価するために、元の Web サイトと提案手法を適用した Web サイトとをモバイル端末利用時のユーザ体験で比較した。評価対象は、国税庁が公開している全国 5,467,443 社の法人一覧から 50 の Web サイトをランダムサンプリングした。なお、モバイル対応済みの Web サイトは新たに RWD に対応する必要がなく、本研究の対象とは異なるため除外した。

ユーザ体験には、本研究の目的としている Web サイトの見やすさだけでなく、表示時間も含まれる。しかし、提案手法適用時には、CSS の生成などによる時間の増加が予想され、ユーザ体験の低下につながる恐れがある。そのため、提案手法適用時にどの程度表示時間が増大したかを把握する必要がある。

そこで、Largest Contentful Paint (以下、LCP) 時間を測定し、比較を行った。LCP 時間を用いた理由としては、プロキシサーバの処理時間とコンテンツ表示時間の変化の両方を包んだ時間の測定が可能であるためである。

測定の結果、元の Web サイトの LCP 時間は平均して 6.40 秒、提案手法適用時は 5.97 秒となり、0.43 秒短縮した。LCP 時間が短縮したのは、一部画像の非表示による表示時間の削減が、プロキシサーバ内の処理時間よりも大きかったことが要因であると考えられる。

続いて我々は、モバイル端末への対応度を評価するために、Lighthouse を用いた測定を行った (表 1)。Lighthouse は、Web サイトを分析するためのツールである。モバイル端末への対応度は、SEO 項目に含まれるため、SEO 点数を測定する。

しかし、Lighthouse はレイアウトの崩れなどの視覚的な欠陥を検出できないため、アンケートによる評価も行った (表 1)。アンケートでは、元の Web サイトと提案手法

表 1 モバイル端末対応度の評価結果の平均 (点)

評価項目	変更前	変更後
SEO	69.8	82.0
Performance	81.1	78.6
Accessibility	77.0	93.0
Best Practice	73.6	81.4
アンケート	3.6	3.4

適用後の Web サイトの区別を知らせずに、モバイル端末での閲覧時の見やすさを 1 から 5 点で選択させた。

評価結果から、提案手法適用後の Web サイトの SEO 点数は、50 件中 42 件で増加し、平均して約 12 点増加した。また、提案手法適用後の Web サイトのアンケート結果は、50 件中 18 件で増加したが、26 件で減少し、平均して 0.2 点減少した。多くの Web サイトでアンケート点数が減少した理由としては、Web サイトの自動変更時に RWD 対応の副作用として、レイアウトの崩れも起きたためだと考える。

6. おわりに

本論文では、Web サイト閲覧者が RWD を適用可能な手法を提案し、手法の提案・試作とその評価を行った。評価の結果から、提案手法がモバイル端末を用いた Web サイト閲覧時に、ユーザ体験の向上に一定の有用性があることを確認した。しかし、52% の Web サイトではモバイル端末での閲覧に適さない Web サイトに変換した。今後の展望としては、よりモバイル端末での閲覧に適したデザインの調査および、提案手法の再検討が挙げられる。

参考文献

- [1] Open Signal: Android Fragmentation Report August 2015, Open Signal, https://cdn.opensignal.com/public/data/reports/global/data-2015-08/2015_08_fragmentation_report.pdf.
- [2] Marcotte, E.: Responsive Web Design, <https://alistapart.com/article/responsive-web-design/>.
- [3] Nebeling, M., Matulic, F., Streit, L. and Norrie, M. C.: Adaptive layout template for effective web content presentation in large-screen contexts, *Proceedings of the 11th ACM Symposium on Document Engineering, DocEng '11*, p. 219–228 (2011).
- [4] 王道 DX: 世界・国内主要企業サイトの 7 割以上がレスポンシブデザインを使用, 王道 DX (オンライン), <https://ohdo.at21.jp/web/responsive/>.
- [5] Mahajan, S., Abolhassani, N., McMinn, P. and Halfond, W. G. J.: Automated Repair of Mobile Friendly Problems in Web Pages, *2018 IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, pp. 140–150 (2018).
- [6] Laine, M., Zhang, Y., Santala, S., Jokinen, J. P. P. and Oulasvirta, A.: Responsive and Personalized Web Layouts with Integer Programming, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, pp. 10–15 (2021).
- [7] Waseem I. Bader, A. I. H.: Responsive Web Design Techniques, *International Journal of Computer Applications*, Vol. 150, No. 2, pp. 18–27 (2016).
- [8] Google: Document doesn't use legible font sizes, <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/seo/font-size>.