

モバイル端末の消費電力を考慮した Web ページ構成法に関する実験的考察

井原 卓也[†] 土岐 卓^{††} 大岸 智彦^{††} 小花 貞夫[†]

[†]電気通信大学 大学院情報理工学研究科 ^{††}株式会社 KDDI 研究所

1. はじめに

従来, Web ページは PC による閲覧を前提に作成されており, 表示する端末の消費電力はほとんど考慮されていなかったが, 近年のスマートフォンの普及に伴い, Web ページ閲覧時の消費電力の重要性が増加している. そこで, 筆者らは Web ページ閲覧時の端末リソース毎の消費電力を考察し, モバイル端末での消費電力を極力抑えるモバイル Web ページの構成法について検討している. 今回, 既存の Web サイトを対象に, モバイル向けサイトと PC 向けサイトとの消費電力の違いを調査したので報告する.

2. 先行研究

2.1. Web サイト閲覧時の消費電力

スマートフォン上での Web サイト閲覧時の消費電力に関する研究がある. Thiagarajan ら[1]は, スマートフォンによる Web サイト閲覧時の消費電力に着目し, いくつかの人気サイト表示時の消費電力を測定し, 消費電力効率を良くする Web サイト作成のガイドラインを示した. 例としては, 画像のファイル形式を JPEG に変更することや, JavaScript や CSS を包括的なライブラリを使用せずに簡単なものに変更することなどがある.

2.2. モバイル端末の消費電力測定手法

筆者らは, これまでにスマートフォンの消費電力の測定方法を提案した[2]. ここでは, CPU や Wi-Fi 等の端末リソースの状態毎の消費電力を計測することで, 端末全体の総消費電力を推定可能とした. これより, アプリケーション実行時に, どの端末リソースが原因で電池を消費しているのかを分析できる.

3. 実験

3.1. 実験の目的と方法

既存の PC 向けの Web ページ(以下, PC サイト)とモバイル向けの Web ページ(以下, モバイルサイト)について, 消費電力の差異が生じる原因を分析するため, 論文[2]の手法を用いて, CPU, 通信(Wi-Fi), 液晶の消費電力をそれぞれ以下の方法で分析した.

Studies on Web page design method for suppressing power consumption of mobile terminals

[†]Takuya Ihara, ^{††}Suguru Doki, ^{†††}Tomohiko Ogishi, [†]Sadao Obana

[†]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

^{††}KDDI R&D Laboratories, Inc.

CPU については, Android Debug Bridge(adb)を用いて, 1 秒毎にクロック周波数と稼働率をそれぞれ `scaling_cpu_freq`, `top` コマンドにより測定し, これらの積和により消費電力を計算した. Web サイトとしては, 先行研究[1]の対象サイトである The New York Times のモバイルサイトと PC サイトを調査した. モバイルサイトでは, アクセス毎に, 広告画像が固定の場合, 時間とともに変化する場合があったため, それぞれの場合を切り分けて測定した.

また, 通信は, tPacketCapture[3]を用いて Web ページにアクセスした際の通信時刻を調査し, この結果より, Wi-Fi の状態(wifi.active, wifi.on)別の持続時間を計算することで, 通信による消費電力を計算した. ここでは, 先行研究[1]の対象サイトである The New York Times のモバイルサイトと PC サイトに加え, BBC のモバイルサイト, Wikipedia のモバイルサイト, Microsoft のサイト(レスポンス Web デザイン[4])についても, それぞれ評価した.

さらに, 液晶の工夫(色や明るさを変えること)は, 見た目に影響を及ぼすため, 工夫の検討を行わないこととし, モバイルサイト, PC サイトとも標準の輝度で事前に測定した消費電力を利用した.

3.2. 実験結果

【CPU】 図 1, 図 2 に CPU クロック周波数および CPU 稼働率の測定結果を示す. 図 1 より, 固定広告と変化広告とでクロック周波数の変化が異なることが分かる. このため, 今後のモバイルサイトの測定では, 液晶の変化などによる他リソースへの影響が少ないと考えられる固定広告の場合とした. また, PC サイトはほぼ常に CPU クロック周波数が最大であり, また blank ページを表示している場合でも, CPU クロック周波数は常に最小とはならないことが分かる. また, 図 2 より, PC サイトでは CPU 稼働率が常に高い値であるが, モバイルサイトでは 20 秒付近で CPU 稼働率が 20~30%程度以下まで落ちている.

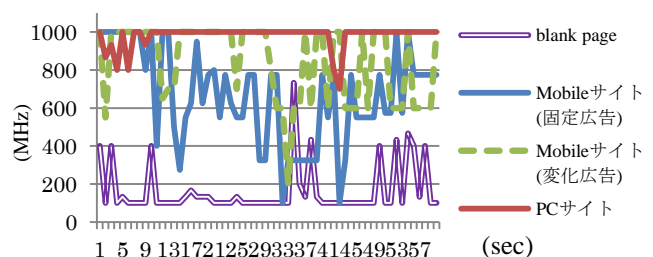


図 1 CPU クロック周波数の測定結果

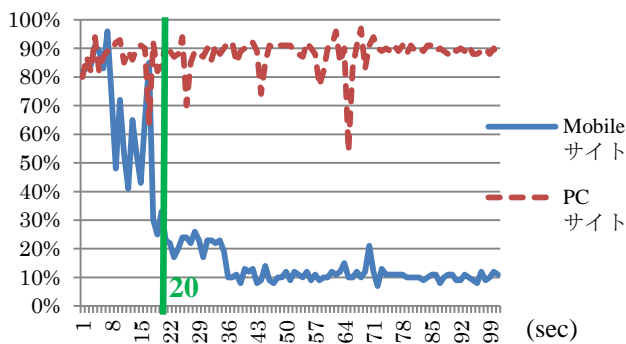


図2 CPU稼働率の測定結果

【通信】 図3は The New York Times のモバイルサイトと PC サイトの毎秒のデータ通信量の変化である。モバイルサイトの通信は 24 秒付近でかなり少なくなるが、PC サイトの通信は、60 秒経過後も通信が続いている。また、データ量の分析結果より、PC サイトの方がモバイルサイトよりもデータ量が約 2.8MB 大きく、さらに PC サイトでは画像の総サイズが大きいことが分かった。また、Wikipedia 以外のモバイルサイトでは、サイトが表示されてからも、同じ小さな画像ファイル(約 250KB)の通信や JavaScript の通信を繰り返し行っていた。この傾向は、BBC や Microsoft のサイトでも見られた。

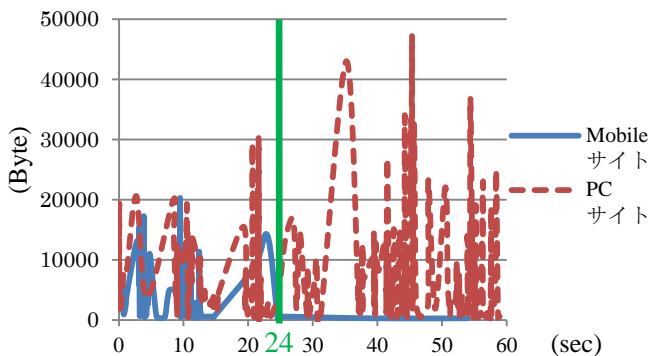


図3 毎秒のデータ受信量の変化

【消費電力】 図4に、[2]の方法による、モバイルサイトの消費電力の推定結果を示す。一方、PC サイトでは、図4Aの状態(CPU、通信、液晶による影響が最大)が60秒間続く結果となった。

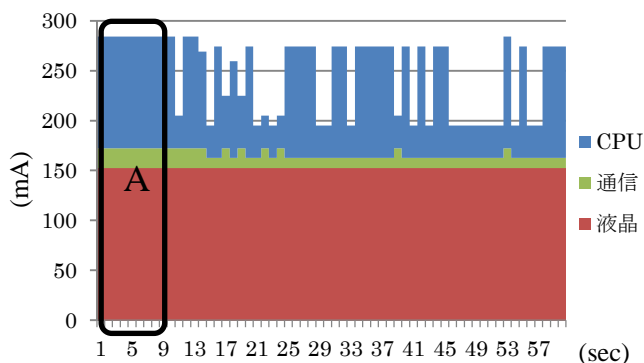


図4 モバイルサイトの消費電力推定結果

4. 実験結果の考察

4.1. 消費電力への影響の両サイトの違い

モバイルサイトと PC サイトのモバイル端末での表示による消費電力の違いとして、①ダウンロードサイズの違いと、②表示内容の違いが影響していると考えられる。①については、通信の分析より、通信量に大きな差(約 2.8MB)があり、通信時間やそれに関する処理が消費電力に影響していると考えられる。②については、通信と CPU の分析より、大きな画像や動画などによって CPU や通信の処理が多くなり、消費電力に影響が出ていると考えられる。

4.2. モバイルサイトの工夫による消費電力の削減

1) 画像ファイル形式の工夫

先行研究[1]では、画像ファイル形式の工夫により、GIF を JPEG にすることで 50%程度、また、PNG を JPEG にすることで 30%程度の消費電力の削減ができたとされており、それに従い、The New York Times のモバイルサイトの調査結果から計算すると、約 13%の消費電力削減が期待できる。ただし、JPEG への変換を行った場合には、透過やアニメーションなど、失われる情報があることを考慮する必要がある。

2) 表示後の通信の工夫

通信の分析より、モバイルサイトでは、サイト表示後も数十秒間に一度小さな画像や JavaScript の通信などを繰り返しているが、これらの頻度を減らしたり、無くしたりすることで、CPU クロック周波数を blank ページ表示時と同じ程度まで落とすことができるとすると、消費電力は最大で 58.9%削減できる。

また、図 4A のリソース毎の消費電力比率を元に計算すると、1) 2) の工夫により、端末全体として 29.5%の消費電力が削減できると考えられる。

4.3. 他 Web サイトでの評価

The New York Times 以外のサイトとして、BBC(広告あり)、Wikipedia(広告なし)、Microsoft(レスポンシブ Web デザイン)について調査したが、BBC や Microsoft では、サイト表示後の通信に同様の傾向があったが、Wikipedia はサイト表示後の通信が無く、広告の有無による影響が考えられる。

5. おわりに

今回、既存のモバイルサイトと PC サイトを対象に、モバイル端末のリソース状態毎の消費電力を測定、各サイトの Web コンテンツの違いが CPU、通信の消費電力に影響を及ぼしていることを定量的に評価した。今後は、Web サイトを作成し、様々な工夫による消費電力への影響を考察、消費電力を減らすモバイルサイトの構成法を明らかにする予定である。

参考文献

- [1] Narendran Thiagarajan et al., "Who Killed My Battery: Analyzing Mobile Browser Energy Consumption," Proc. of WWW 2012.
- [2] 井原 卓也 他, "スマートフォンの消費電力量推定手法の提案と評価," マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2014)シンポジウム, 4C-2, 2014
- [3] tPacketCapture, <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.taosoftware.android.packetcapture&hl=ja>
- [4] Google がお勧めするスマートフォンに最適化されたウェブサイトの構築方法, Google, 2012, <http://googlewebmastercentral-jp.blogspot.jp/2012/06/google.html>