

C-015

## 関連データ先読みとスマートフォンの消費電力に関する研究

### Power Evaluation of Web-prefetching with Mobile Phones

小貫 貴央† 神田 尚子† 放地 宏佳† 吉永 努† 入江 英嗣†  
Yoshihisa Onuki Naoko Kanda Hiroyoshi Houchi Tsutomu Yoshinaga Hidetsugu Irie

#### 1 はじめに

スマートフォンの爆発的な普及を背景として、近年では携帯端末上でのフルブラウザによるウェブ閲覧が標準的となり、人々の生活スタイルを一変させている。少容量のテキストデータを扱っていた従来の端末ブラウザとは異なり、フルブラウザ上では様々な画像やアプリケーション、あるいはストリーミングメディアを扱うため、ワイヤレス端末においてはそのレスポンスや消費電力が課題である。

ブラウザのレスポンスを改善する技術として web cache へのプリフェッチが研究されている[1][2]。これらの技術ではユーザの履歴パターンなどをもとに将来アクセスされるページを予測し、サーバへ先取りリクエストを発生し、ページ取得レイテンシを隠蔽する。またモバイル端末の Wi-Fi などのデバイス毎の消費電力の研究[3][4]など行われている。

しかし実機にプリフェッチ機能を組み込んだ場合の性能・電力面での有効性は従来研究では明らかになってはいない。例えば大容量データのプリフェッチはクライアントサイドの記憶容量を消費するため、携帯端末のメモリに収まらず SD カードなどのストレージを経由しなければならない可能性がある。実機に適用した場合、ワイヤレス帯域特性、端末のモジュール電源制御など複雑な要素が絡み合うため、同容量の転送であっても、プリフェッチが消費電力に対してどの程度の影響を与えるかは明らかではない。

そこで本研究では実機でブラウザにプリフェッチを実装して動作確認・電力測定を行い評価を行う。

#### 2 スマートフォンにおけるプリフェッチについて

スマートフォンのネットワーク環境では、デスクトップ環境とは異なり、端末への最終経路であるワイヤレス経路がもっともボトルネックとなりやすい。ワイヤレス経路の帯域は電波強度などによって安定しないことなどの問題があり、スマートフォンのフルブラウザはまだ応答性の面で問題が残っている。モバイル端末の実機で大容量データのプリフェッチを行う時メモリ収まらない場合は SD の様なストレージが必要になるが、モバイル端末で SD を用いたプリフェッチアプリケーションを実装することが可能であるか、また電力効率上プリフェッチによって使用される電力が増えるのではないかと考えられる。この2つの問題を確認するためには実機のブラウザ上に SD を利用したプリフェッチを実装し動作確認・電力測定を行った。この実験では最初の評価であるので予測ルーチンは 100%hit するものを利用し傾向を測った。

#### 3 Xperia arc でのストリーミングにおける電力傾向

[3]で述べられている Wi-Fi モジュールの消費電力が大きいことを実機でも確認するために、ストリーミング再生を行い Wi-Fi モジュールの消費電力等の確認を行った。その測定した結果を図1に示す。

ストリーミングを行っている約 10~210 秒の間は消費電力が高く、データのダウンロードが完了し動画の再生をしているだけの時は約 100mA 程減少しており、この差が通信時の電力分と推定される。

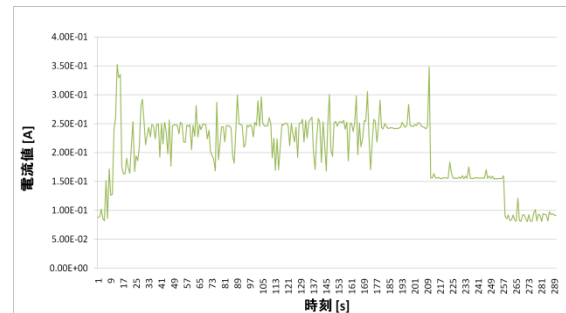


図1. 動画のストリーミング時の電力

また、ブラウザ画面をスクロールした際消費電力が増加したのを確認したため、常にスクロールをするという実験を行ったところ約 310mA の電流値を一定に使用していることが確認できた。動画の再生・データのダウンロード・その他処理に対して 40%程度の消費電力を使用している。動画のダウンロードの場合は大きいデータ1つをダウンロードしているため、通信モジュールの on, off が繰り返されていないため約 250mA を使用した状態で通信しているのではないかと考えられる。

[3]における報告同様、Wi-Fi モジュールの使用でも消費電力が大きく、スクロール動作などのタッチパネル操作でも消費電力が大きいことが確認できた。

#### 4 実験環境

##### 4.1 電力測定・ネットワークについて

電力消費を評価には Sony Ericsson の Xperia arc SO-01C (Android OS 2.3)端末を利用した。電力測定のためバッテリーを外し、本体の端子部分に安定化電源と測定器を取り付けた。そのシステム図を図2に示す。

プリフェッチを行うサーバへのアクセスはスマートフォン内蔵の Wi-Fi を利用して行う。サーバはローカルネットワーク内に存在し、無線 LAN ルータを利用してアクセスする。

##### 4.2 ブラウザに組み込まれたプリフェッチ機能について

ブラウザに組み込まれたプリフェッチ機能(以下、)は以下、先読みアプリとする。先読みアプリはブラウザ機能とページ構成要素(html,jpg 等)を取得する機能

† 電気通信大学情報システム学研究所情報ネットワークシステム学専攻

を組み合わせたものである。HTTP アクセスを行う際に index.html からリンクを抽出しリンクページ及びそこで利用されているイメージを並列ダウンロードを行いSDカードへ保存しブラウザに表示する。

ページを1つずつダウンロードするのではなく、ダウンロードするページを全てマルチスレッドで続けてダウンロードすることによってWi-Fiのモジュールのon/offを繰り返さずonにした状態でダウンロードを完了する。



図2 実験環境構成図

## 5 実験方法

本論文では以下の様にプリフェッチ機能のON/OFFの二通りのセッティングについて実験を行った。

1. ローカルネットワーク上にあるWebサイトへ先読みアプリを実施する。データをすべてダウンロード完了後にリンクをすべてクリックしSDカードからデータが読みブラウザに表示させる。
2. ローカルネットワーク上にあるWebサイトへ先読みアプリの先読みのない状態にしてリンク先を全てクリックしてダウンロードして表示する

1, 2は同容量・構成のWebサイトへのアクセスである。

## 6 実験結果

プリフェッチを行ったページへのアクセスは全てSD経由しているにも関わらず、プリフェッチをしていない時に比べページ遷移が早かった。

図3に実験1, 2の時系列のものを示す。図4は図3で得られた電力をプリフェッチがある時と無いときのそれぞれの合計の消費電力を示したものである。

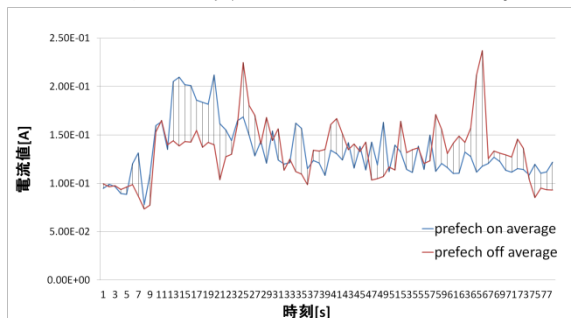


図3. 実験2, 3の複数回行った平均値

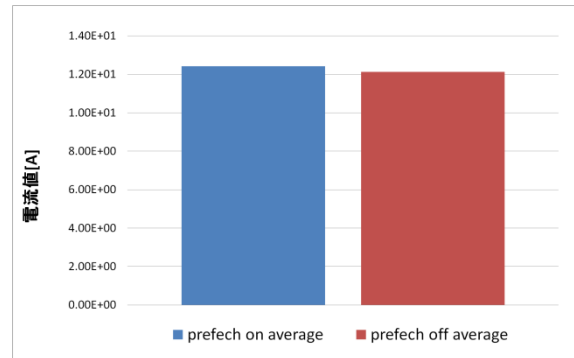


図4. 図3の先読みの有無の合計電力の差

実験した図3からプリフェッチを行うことにより最初(約10~25秒)に電力が大きく使用されるがその後(約25秒~)インターネットへのアクセスがなく端末内からデータを取得し表示させるだけなので消費電力が少ないことがわかる。プリフェッチを行っていない場合はリンクをクリックする度に電力が増えることがわかる。例えば、25秒、65秒付近では画像などの大きめのデータを取得しているため、プリフェッチをしている時の電力と同等の消費電力が発生している。

図4からは総合的に電力を見ると先読みアプリの有無により大きな電力の違いはないことがわかった。本実験においてモバイル端末でのSDカードの様なストレージを使ったプリフェッチはクライアントサイドの記憶容量を消費するが、Wi-Fiの様に消費電力が大きいものがあるので相関的に差はあまりなかった。

## 7 まとめ

スマートフォンでのフルブラウザ閲覧においてプリフェッチは有効と考えられる。シミュレーションによる評価が行われていた従来研究に対し、本研究ではスマートフォンを用いた実機上へ初期的な実装を試み、傾向を調べた。今回は無線LANルータ(54Mbps)の通信環境の良い状況での実験をしているため、ネットワークシュミレーターを用い異なる帯域幅の評価も必要であると考えられる。また、予測ルーチンを100%hitするのとして実験を行ったため、予測ルーチンのhit率毎の消費電力の計測などを実験する。

## 8 参考文献

- [1] Li Fan and Pei Cao, Quinn Jacobson: Web Prefetching between Low-Bandwidth Clients and Proxies: Potential and Performance ACM SIGMETRICS'99
- [2] Zhimei Jiang, Leonard Kleinrock: Prefetching Links on the WWW IEEE Int. Conf. Comm. '97
- [3] Vijay Raghunathan, Trevor Pering, Roy Want, Alex Nguyen, Peter Jensen: ISLPED '04 Experience with a low power wireless mobile computing platform. ISLPED '04 Proceedings of the 2004 international symposium on Low power electronics and design, ISBN:1-58113-929-2
- [4] Marco Liebsch, Martina Zitterbart: Paging and power saving in IEEE 802.11-enabled networks: MSWiM '06 a simulative study. Proceedings of the 9th ACM international symposium on Modeling analysis and simulation of wireless and mobile systems