

M-007

通信デバイス断続的無効化によるスマートフォン省電力における BET 推定の評価 Evaluation of BET Estimation in Intermittent Wi-Fi Device Disabling

村上 翼[†] 栗原 駿[†] 福田 翔貴[†] 小口 正人[‡] 山口 実靖[†]

Murakami Tsubasa Kurihara Shun Fukuda Shoki Oguchi Masato Yamaguchi Saneyasu

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレット PC などのモバイル端末の普及率が高くなっている。スマートフォンにおける重要な課題としてバッテリーの持ち時間があり、この低減が重要な課題となっている。スマートフォンでは、無操作状態にあってもアプリケーションがバックグラウンドで通信を行い電力が大きく消費される。よって、通信デバイスを無効化することにより無操作状態における消費電力を低減できると考えられる。本稿では、通信デバイスの有効化と無効化をくり返すことにより無操作状態における消費電力を低減する方法に着目し、そのパラメータの推定手法について考察する。

通信デバイスを一時的に無効化し一定時間後に再度有効化を行うと、その無効化の時間において消費電力の低減を実現することができるが、デバイスの無効化処理と有効化処理が行われ、その処理に伴う消費電力が生じてしまうことになる。よって消費電力の低減を目的にデバイスを一時停止するには、デバイスの停止と再開のために消費される電力を上回る電力を、デバイスの停止により低減させなくてはならない。本稿では、一時的な停止により消費電力が増加してしまった量と、停止により低減できた電力が等しくなるデバイス停止時間を BET(Break Even Time)と呼ぶ。有効化と無効化を繰り返すことにより消費電力を低減させるには、この BET を知る必要がある。本稿では、BET を推定する手法を 2 つ提案し、それらの評価を行い有効性を示す。

2. 通信デバイス断続的無効化による消費電力低減

本章では、通信デバイスの断続的無効化による省電力手法とその BET について述べる。

通信デバイスの有効化と無効化を行ったときの消費電力変化の模式図を図 1 に示す。A₁ は通信デバイス無効化に伴う消費電力増加量、A₂ は通信デバイス有効化に伴う消費電力増加量、B は通信デバイスを無効状態にすることによって低減された消費電力量、b は通信デバイス有効時と無効時の消費電力の差である。図 1 より消費電力の低減を目的に通信デバイスを一時的に無効化する場合、

$$A_1 + A_2 < B \quad (1)$$

である必要がある。また、

$$A_1 + A_2 = B \quad (2)$$

となる時間を BET と呼ぶ。

通信デバイスの断続的無効化により消費電力を低減させるには、通信デバイスを BET より長い時間無効状態にする必要がある。しかし、一般に BET は得られていないため、本手法を用いるためには BET の推定を行う必要がある。

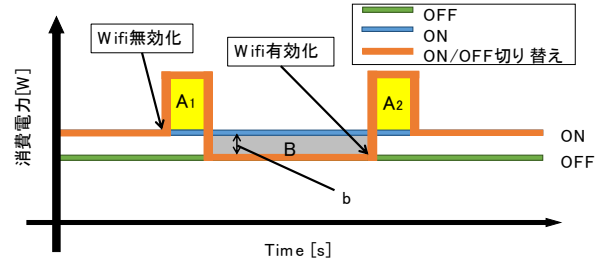


図 1, 通信デバイス有効化/無効化時の消費電力変化

3. BET 推定手法の提案

本章では、通信デバイスの断続的無効化による消費電力低減手法の BET を電流の値を観察することにより推定する手法を 2 つ提案する。本稿では、電圧は一定であり、電流と消費電力は比例すると仮定し、電流の測定をもって消費電力の測定とする。

3.1 積分手法

まず、積分手法を提案する。2 章で述べたように、式(2)が成立する無効状態時間が BET である。これを得るためには、A₁、A₂、b の値を得る必要がある。積分手法では、A₁、A₂ の値を観察された電流値を積分することにより求める。b の値は、無効状態電流と有効状態電流の平均値の差を求めることにより得る。BET は、A₁、A₂ の合計値を b で割ることによって求められ、

$$BET = (A_1 + A_2) / b \quad (3)$$

となる。

ただし、この積分手法では、時間の短い A₁、A₂ の値を正確に計測する必要があり、誤差が生じやすいと予想される。また、この手法は文献[1]にて用いられている BET 推定手法をナイーブに用いた手法であるといえる。

3.2 平均電流ベース手法

次に、平均電流ベース手法を提案する。本手法における有効化、無効化ループのイテレーション 1 回の消費電力のモデルを図 2 に示す。i_{on} は通信デバイス有効時の平均電流、i_{off} は無効時の平均電流、t_{com} は有効化と無効化の処理に要する時間、t_{on} は通信デバイスを有効にしている時間、t_{off} は無効にしている時間、A は通信デバイス有効化と無効化により増加した電流量の和となっている。また、通信デバイスの有効化と無効化を繰り返した場合の平均電流を i_{loop} と呼ぶ。図 2 より i_{loop} は、

$$i_{loop} = \frac{A + i_{on}(t_{com} + t_{on}) + i_{off} \cdot t_{off}}{t_{com} + t_{on} + t_{off}} \quad (4)$$

となる。この式を用いることにより、A 以外の値から A を算出する。

また、OFF 時間である t_{off} を x とすると BET は、

$$i_{loop} = i_{on} \quad (5)$$

をみたす x が BET となる。

[†] 工学院大学, Kogakuin University

[‡] お茶の水女子大学, Ochanomizu University

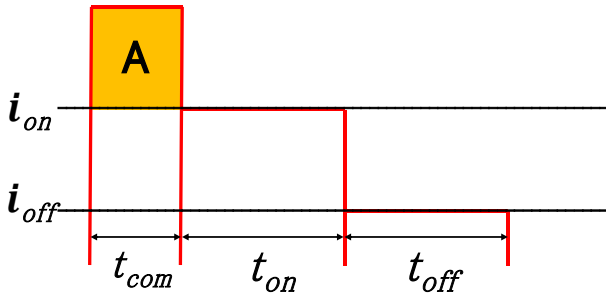


図 2, 有効化/無効化ループのイテレーション 1 回の消費電力モデル

以上より, ある無効化時間の測定値を式(4)に代入し A を求め, 求められた A を式(5)に代入し x を求めることにより BET を推定できる. この求め方を平均電流ベース手法と呼ぶ.

この手法は, 積分手法とは異なり長時間の計測値である平均電流から求めるため, より正確な推定ができると期待できる.

4. 性能評価

本章で, 提案手法の性能評価を行う. 性能評価の方法としては, アプリケーション 20 個または 50 個インストールされている端末を用意し, 積分手法と平均電流ベース手法により BET を推定し, その精度を評価した. アプリケーション 20 個としては 2016 年 11 月 6 日の Google Play Store ランキング上位 20 件を, アプリケーション 50 個としては 2017 年 2 月 18 日の Google Play Store ランキング上位 50 件を用いた. 端末は Nexus7(2013)を使用し, 通信デバイスとしては Wi-Fi デバイスを用いた. BET 推定の評価をするにあたり, Wi-Fi デバイスの ON 時間を 30 秒で固定し, OFF 時間を 50s, 100s, 150s, 200s, 250s, 300s, 400s の 7 通りに変化させ, バッテリー残量が 100%から 75%に至るまでの時間を計測した.

まず 20 アプリケーションインストール状態での評価を行う. 積分手法の推定結果は表 1 の通りである. 表より推定 BET は OFF 時間によらずほぼ一定であることがわかる. ここでは平均の 55 秒を推定結果とする.

平均電流ベース手法の推定結果を図 3 に示す. 図より平均電流ベース手法における推定 BET は約 90 秒であることがわかる. 実際の OFF 時間ごとのバッテリー残量 100-75%に至るまでの時間は図 4 の通りである. 図より実際の BET は約 90 秒(図より線形近似により求めると 97 秒)であることがわかる. 以上より, 平均電流ベース手法の方がより高い精度で BET を推定しており, その推定値は実際の BET に近いことがわかる.

次にアプリケーション 50 個インストール状態における評価結果を示す. アプリケーション 50 個における積分手法と平均電流ベース手法の推定値は, それぞれ 53 秒, 90 秒であった. また, 実際の BET は約 100 秒であった. この結果からも, 平均電流ベース手法の推定の方が精度が高く, 平均電流ベース手法の推定 BET は実際の BET に近いことがわかる.

表 1, 積分手法による推定結果

OFFtime[s]	50	100	150	200	300	400
BET[s]	54.5	56.6	55.3	54.6	53.2	53.0

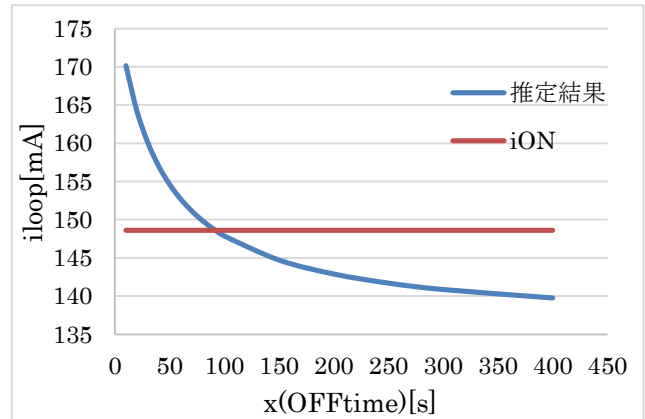


図 3, 平均電流ベース手法による推定結果

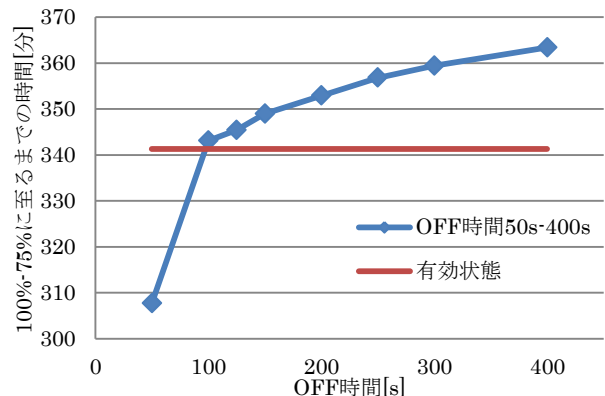


図 4, OFF 時間ごとのバッテリー持ち時間

5. おわりに

本稿では, 無操作状態の Android 端末における消費電力に着目し, 通信デバイスの断続的無効化手法における BET の推定手法について積分手法と平均電流ベース手法を提案した. また, 実際に断続的無効化を OFF 時間を変えて測定し, 提案手法の評価を行い, 平均電流ベース手法の方が積分手法より正確な推定が可能であるということが確認できた.

今後は, 他端末での評価, インストールされているアプリケーションを変えての評価を行う予定である.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26730040, 15H02696, 17K00109 の助成を受けたものである.

本研究は, JST, CREST JPMJCR1503 の支援を受けたものである.

参考文献

- [1] Saneyasu Yamaguchi and Shunsuke Yagai, "Power Effective File Layout with Application Support in Virtualized Environment", 2015 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE2015)