

システム観察による無操作状態携帯端末の消費電力を増加させるアプリケーションの推定 Identifying Battery-Draining Applications by Monitoring System in Screen-Off State in Android

栗原 駿[†] 濱中 真太郎[†] 福田 翔貴[†] 小口 正人[†] 山口 実靖[†]

Shun Kurihara Shintaro Hamanaka Shoki Fukuda Oguchi Masato Saneyasu Yamaguchi

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレット PC が普及し、これらは重要な情報端末プラットフォームとなっている。スマートフォンの最大の課題は「バッテリーの持続時間である」との報告[1]があり、アプリケーション毎の消費電力の把握は、ユーザやアプリケーションマーケット運営者にとって重要である。また、Android OS では無操作状態でもアプリケーションが動作し電力を消費する。無操作状態におけるアプリケーションの動作の把握は特に困難であり、その電力消費の把握は重要であると考えられる。

しかし、アプリケーションのインストールやアンインストールによる消費電力の増減の量は端末に依存し、あるアプリケーション消費電力の大きさを一概に決めることはできない。端末依存性としては、ハードウェア的依存性(端末のハードウェア構成による影響)とソフトウェア的依存性(端末にインストールされているアプリケーション構成の影響)があり、消費電力の見積もりにはこれらを考慮することが必要となると考えられる。我々は過去に、Alarm 起動の観察によりアプリケーション毎の消費電力を見積もる手法を提案している。そして、性能評価により一部の例外的なアプリケーションを除き正確に見積もれること、GPS を多用するアプリケーションにおいては例外的に正確に見積もれないことが分かっている。[2]

本稿では、端末のソフトウェア的依存性を考慮したアプリケーション毎の消費電力見積もり手法の一つとして、GPS 消費電力の見積もり手法を提案し、評価によりその有効性を示す。

2. 既存研究

Broadcast Intent に着目し、端末のソフトウェア的依存性について考察した研究として文献[3]や文献[4]がある。アプリケーションの起動方法の 1 つに Broadcast Intent があり、各アプリケーションの動作回数は発行される Broadcast Intent 回数に依存する。これらの研究では、Broadcast Intent の発行回数や 1 発行あたりのアプリケーションの動作や消費電力の調査を行っている。

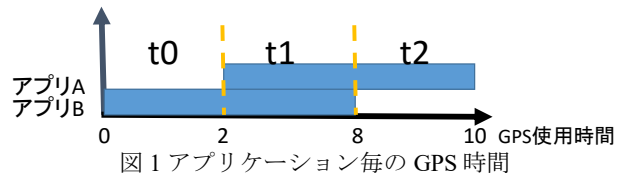
2.1 LocationManager

GPS を用いる多くのアプリケーションが LocationManager を用いる。アプリケーションは LocationManager に対して要求(request)を発行し、GPS 使用後に解放(remove)を発行する。その間、アプリケーションは位置情報を取得することができる。

2.2 Android OS における消費電力の見積もり

[†] 工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻

[‡] お茶の水女子大学 理学部 情報科学科



Android OS 標準のアプリケーション毎の消費電力量集計機能では、総消費電力を各アプリケーションに分配する。各アプリケーション(システムプロセスを含む)の消費電力の合計と、総消費電力は等しくなる。よって、図 1 の t_1 部の様に複数のアプリケーションが同時に GPS を使用している時間帯は両方のアプリケーションが電力消費の原因となっているが、電力消費を両アプリケーションに重複して計上することはしない。このため見積もり値から消費電力を予想すると実際とは大きくずれることがある。例えば、図 1 の状態ではアプリケーション A に時間 5、アプリケーション B に時間 5 の分の消費電力が計上される。よって、「アプリケーション A をアンインストールした後の消費電力」は 5 と推定される。しかし、実際のアンインストール後の消費電力は 8 となり、ずれることとなる。

3. ソフトウェア的依存性を考慮した GPS 消費電力の見積もり

本章にて、GPS 使用時間の重なりを考慮した消費電力の見積もり手法を提案する。

本手法では、OS の実装に対して LocationManager の request と remove の観察が可能となるように修正を行う。これは、LocationManagerService.java の修正により可能である。そしてアプリケーションを本 OS 上で動作させ、GPS 使用時間帯や GPS 使用の重なりを得る。これによりあるアプリケーションがアンインストールされた状態における GPS 使用時間帯や重なり状況を推定可能となる。あるアプリケーションのインストール後の消費電力増加量を見積もるには、当該アプリケーションの GPS 使用時間帯が調査済で既知である必要となるが、この調査済情報をもとにインストール後の GPS 使用時間と消費電力を見積もることが可能となる。

4. 性能評価

本章にて、GPS 使用時間の重なりを考慮した消費電力の見積もり手法の性能評価を行う。

4.1 ベンチマーク用アプリケーションを用いた評価

本節では、自作した GPS を用いるアプリケーションを用いて評価を行う。アプリケーションは、起動時に LocationManager に対して GPS の使用要求(request)を発行し、2 時間後に GPS を解放(remove)する。計測は図 2 のように 4 通り行う。測定に用いた端末は Nexus7 (2013), CPU Qualcomm Snapdragon S4 Pro 1.5GHz, メモリ 2GB, OS

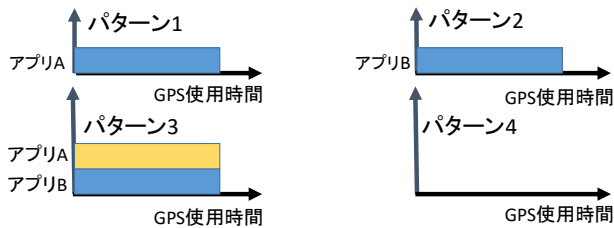


図 2 ベンチマークアプリケーションの測定パターン

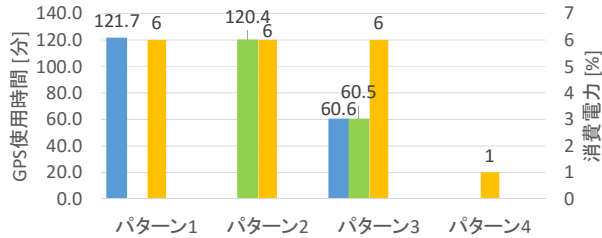


図 3 ベンチマークアプリケーションの測定結果

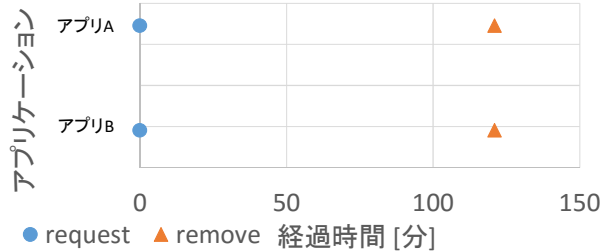


図 4 推定手法によるアプリケーション毎の GPS 時間 (パターン 3)

Android 6.0.1 である。測定結果を図 3, 4 に示す。図 3 の“GPS 使用時間”は、OS 標準機能により集計された各アプリケーションが GPS を使用した時間を示し、“消費電力”は 2 時間で消費した電力を示す。図 4 の“request”と“remove”は各アプリケーションの使用要求と解放の発行時刻であり、この差が各アプリケーションの GPS 使用時間である。OS 標準機能の報告をもとにパターン 3 からアプリ A をアンインストールした後の消費電力を推定すると、ほぼ半減すると予想される。しかし、提案手法により推定するとアプリ A, アプリ B ともに GPS 使用時間は 120 分であり、アンインストール後の消費電力のほぼ同等と推定できる。また、実際のアンインストール後の消費電力はパターン 2 の測定結果から同等であったことが確認できる。

4.2 実アプリケーションを用いた評価

本節では、GPS を用いる実アプリケーション 30 件を用いて本手法の有効性を確認する。Google Play Store にて公開されている GPS を用いるアプリケーション 30 件をインストールし、端末を無操作状態で 24 時間放置した。測定に使用した端末は 5.1 節と同様である。測定結果を、図 5, 6, 7 に示す。図 5 の“allapps”は測定対象アプリケーションを全てインストールした状態を、“without OS Top”は allapp の状態から OS 標準機能が報告した最も消費電力の大きいアプリケーションをアンインストールした状態を示す。図 6 は、OS 標準機能が報告したアプリケーション毎の消費電力である。図 7 は、提案手法により得られたアプリケーション毎の GPS 時間を示す。OS 標準機能の報告をもとにアプリケーション A アンインストール後の消費電力を推定すると半分以下に低減と推定できる。提案手法により推定すると、

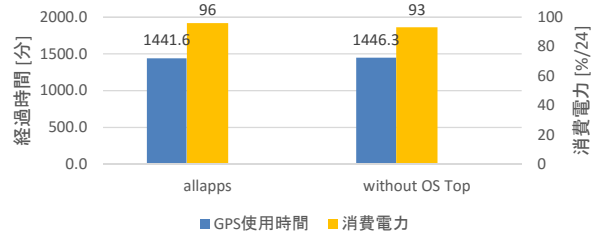


図 5 実アプリケーションを用いた測定結果

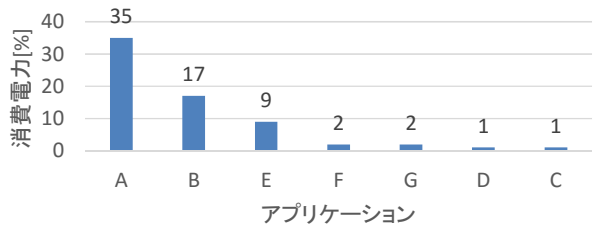


図 6 アプリケーション毎の消費電力

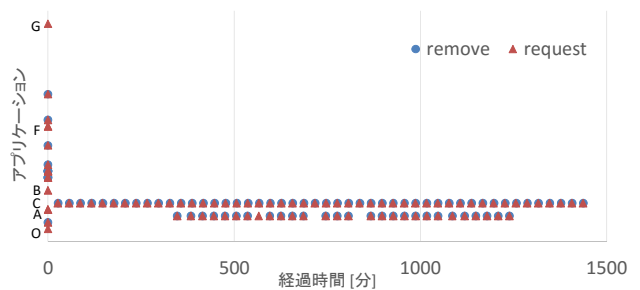


図 7 提案手法によるアプリケーション毎の GPS 時間

アンインストール後も端末全体の GPS 時間は 1440 分であり、消費電力の低減はほぼないと推定できる。実際は図 5 の様に 3%の低減であった。このことから、提案手法の有効性が確認された。

5. おわりに

本稿では、端末のソフトウェア的依存性を考慮したアプリケーション毎の消費電力見積もり手法の一つとして、GPS 消費電力の見積もり手法を提案し、評価によりその有効性を確認した。今後はより多くの実アプリケーションを用いて評価を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25280022, 26730040, 15H02696 の助成を受けたものである。

本研究は、JST、CREST の支援を受けたものである。

参考文献

[1] 日本経済新聞 2013 年 4 月 1 日 http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2600W_W3A320C1000000/
 [2] 栗原 駿, 福田 翔貴, 濱中 真太郎, 小口 正人, 山口 実靖, “Alarm 機能の観察による携帯端末の無操作時消費電力の増加の原因となるアプリケーションの推定”, CDS16, 2016/6/2
 [3] 早川 愛, 半井 明大, 竹森 敬祐, 山口 実靖, 小口 正人, “Android 端末省電力化に向けたブロードキャストインテント発行とアプリケーションの因果関係の評価”, インターネットコンファレンス(IC2014), 2014/11
 [4] 中村 優太, 早川 愛, 半井 明大, 竹森 敬祐, 小口 正人, 山口 実靖, “Android 端末におけるインストールアプリケーションとブロードキャストインテント発行による電力消費に関する一考察”, DBS モバイル・地理情報システム, 2014/8