

Technology Reports

スマートフォンのアプリトラフィック評価システム — 端末省電力化, ネットワーク通信負荷軽減の取組み —

近年, スマートフォンの急速な普及に伴い, 従来のフィーチャーフォンの時代と比べシグナリング (制御信号) トラフィックが増加している。これは, アプリやOSによるバックグラウンド通信の頻度が高いことに起因しており, ネットワークの負荷増加だけでなく, 端末の消費電力を増加させている。そこでドコモは, シグナリングやバックグラウンド通信を容易に評価でき, アプリやOSのリリースに際し早期の改善点抽出が行える評価システムを構築した。

移動機開発部 河野 紀明 (こうの のりあき) おおもり ひろお + 大森 博雄 (おおもり ひろお) はやし かずお 林 和夫 (はやし かずお)

1. まえがき

スマートフォンによってさまざまな新しい機能・サービスが実現され, 生活の中でスマートフォンを利用するシーンが増えてきている一方で, 使いたいときに電池がなくなっているといった, 待受状態の消費電力に対する不満の声を聴くことが多い。

この要因の1つとなっているのが, アプリやOSがユーザ操作に起因しないバックグラウンド通信を行うことによる消費電力の増加である。これはスマートフォンがIM (Instant Message)*1などリアルタイムな送受信を実現するためのPush型*2データ取得を行っていることに加え, 天気など刻々と変わる情報を得る目的で頻度の高いPull型*3データ取得を行っているために生じている。

また, バックグラウンド通信は消

費電力を増加させるだけでなく, ネットワークに対して負荷を与える。例えば, 通信を開始する際には, 端末が無線制御装置および, 交換機のリソースを確保するために, シグナリング*4と呼ばれる制御信号の送受信が発生する。確保されたリソースは一定時間通信が発生しなければ解放され, 次に通信を行う際は再度リソースを確保する。このため, バックグラウンド通信などに見られる間欠的な通信が行われると, その都度シグナリングが発生する。したがって, スマートフォン (端末*i*) がバックグラウンド通信によって頻度 T_i のシグナリングを発生させる場合, ネットワークには接続している全てのスマートフォンから生じる $\sum T_i$ のシグナリング負荷が発生する。

このようにバックグラウンド通信は端末の消費電力, ならびにネット

ワーク通信負荷の増加を生む要因となっている。ドコモでは端末省電力化, ネットワーク通信負荷軽減に向けて取り組んでおり, このためにシグナリングテスト*5 (以下, 基地局シミュレータ) を活用したスマートフォンのアプリトラフィック評価システムを構築した。本稿では, 本システムの概要と, 改善の取組みについて解説する。

2. システム概要

2.1 システム要件

バックグラウンド通信による端末の消費電力, ネットワーク通信負荷を分析するためには, 通信タイミングと通信内容だけでなく, 通信発生による消費電力とシグナリング発生を分析する必要がある。本取組みでは端末とネットワークの接続状態から測定する手法を用いている。例

©2014 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

† 現在, ドコモ・テクノロジー株式会社 携帯事業部

*1 IM: インターネットなどを利用し, メッセージを送受信する機能。専用アプリによって実現されるものが多い。
*2 Push型: 必要な情報をサーバから配信する方法。クライアント・サーバ間にセッションと呼ばれる通信経路が必要であり, セッ

ション維持のためKeep Alive (*12参照) が送られる。

*3 Pull型: 必要な情報をサーバへ取りに行く方法。最新データを維持するためには, サーバへの周期的なデータ更新確認が必要である。

例えばLTEにおいては無線リソース*6を確保し送受信可能な「Connected」、無線リソースを確保し通信待ちの「Connected DRX*7 (Connected Discontinuous Reception, 以下CDRX)」,そして無線リソースは開放され通信待ちの「Idle」の3つの状態(以下,RRC (Radio Resource Control) 状態)に分けられ,これらは通信データ発生や通信状態監視タイマー満了で状態遷移する(図1)。各状態での消費電力は大きい順に「Connected」「CDRX」「Idle」となっており,どの状態かを調査することで端末の消費電力を測定することが可能である。また,シグナリングは「Idle」から「Connected」への状態遷移が行わ

れる際に発生するため,RRC状態遷移からシグナリング量を測定することが可能となる。

したがって,次の3つの要素を測定可能であることがシステムに求められる。

- ①通信タイミング:バックグラウンド通信がいつ発生したか測定可能
- ②通信内容:バックグラウンド通信がなぜ発生したか測定可能
- ③RRC状態:バックグラウンド通信による消費電力,ならびにシグナリング発生を測定可能

2.2 評価手法の比較

上記3つの要素を測定可能な手段

として,複数の手法が考えられる(表1)。端末エミュレータ*8による仮想的な端末・ネットワークを構築するものや,実際に運用で用いられているネットワーク装置を使用した評価設備があり,また,測定点も端末と,ネットワーク側で測定する2つの手法がある。各手法は「測定結果の妥当性」「測定と分析の容易さ」,そして評価内容に応じた「パラメータ変更の柔軟性」といった観点で特徴がある。

(1)端末エミュレータ

図2の通り,IPレイヤ以上をコンピュータ上のソフトウェアで実現する手法であり,測定結果をその場で解析することが可能である。したがっ

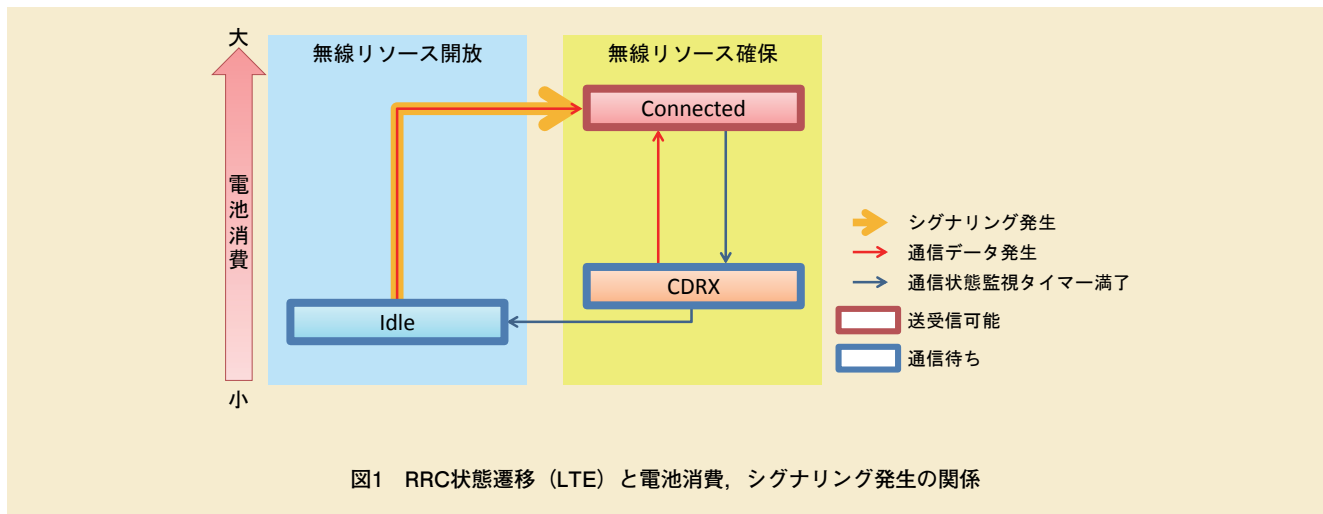


図1 RRC状態遷移 (LTE) と電池消費, シグナリング発生の関係

表1 アプリトラフィック評価手法比較

手 法	概 要	測定結果の妥当性	測定と分析の容易さ	パラメータ変更の柔軟性
端末エミュレータ	コンピュータ上で動作するソフトウェア	×	◎	△
端末によるデータ測定	端末上で動作するデータ測定ソフトウェア 実ネットワークで評価可能	○	○	×
基地局シミュレータ	実ネットワークを模擬する測定器	◎	○	◎
実ネットワーク装置を用いた評価設備	実ネットワークと同じ装置を用いた評価設備	◎	△	○

*4 シグナリング: 端末が無線制御装置および, 交換機と通信を行うために必要な制御信号。

*5 シグナリングテスト: 端末の通信プロトコル試験に使用する疑似基地局装置。端末とネットワーク間の動作再現性が高く, 実

ネットワークに近い環境を模擬可能である。

*6 無線リソース: 無線通信を行うために必要なリソース(無線送信電力, 割当て周波数など)の総称。

*7 DRX: 端末の消費電力削減を目的とした間欠受信。

*8 エミュレータ: 移動端末を構成するハードウェアや搭載されているソフトウェアをコンピュータ上で仮想化し, その上でアプリケーションソフトウェアが移動端末上と同様に動作するようにした環境。

て、「測定と分析の容易さ」は非常に良い。一方でエミュレータであるがゆえに端末の状態遷移を正確に再現することが難しく、端末とネットワーク間の動作を忠実に再現できないため、「測定結果の妥当性」の観点では結果を保証できない。「パラメータ変更の柔軟性」の点では、一般的に入手可能なものはRRC状態に関連するネットワークパラメータが限定的にしか設定できず、試験環境の構築が行えない場合がある。

(2) 端末によるデータ測定

端末上でデータ測定ソフトウェアを動かす手法であり、実ネットワークに接続する端末を評価する。端末のみで測定ができ、容易に結果を得られるため「測定と分析の容易さ」は良い。一方で測定ソフトウェアが常時稼働となるため端末への動作影響があり、「測定結果の妥当性」では一部結果を保証できない。「パラメータ変更の柔軟性」については、実ネットワークのためパラメータ変更によってユーザ影響が生じる恐れがあり、評価目的のパラメータ変更が容易に行えない。

(3) 基地局シミュレータ

無線通信プロトコル試験などで用いられる、あらかじめ定められた動作を行う基地局シミュレータとは異なり、実ネットワークと同様にインタラクティブな応答が可能な基地局シミュレータを用いる手法である。測定専用ハードウェアであることから、容易に結果を得ることが可能なため「測定と分析の容易さ」は良く、端末とネットワーク間の動作の再現

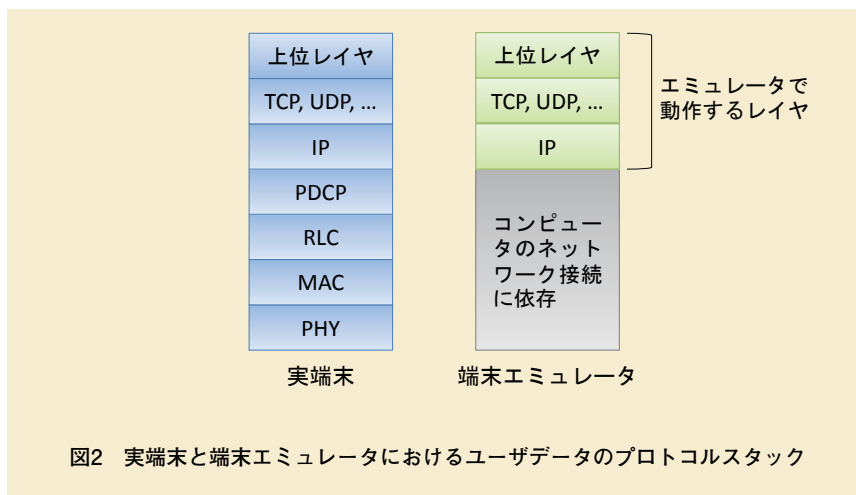


図2 実端末と端末エミュレータにおけるユーザデータのプロトコルスタック

が可能であることから「測定結果の妥当性」において信頼のおける結果を得られる。「パラメータ変更の柔軟性」については、各パラメータの変更が容易である。

(4) 実ネットワーク装置を用いた評価設備

実運用で用いられているネットワーク装置を使用した評価設備であるため「測定結果の妥当性」については高い信頼がおける。一方で、ネットワーク装置を設置するための大規模なスペースが必要であることに加え、各装置で取得するデータの分析には高い専門知識が必要であり、また準備などに時間を要す点で「測定と分析の容易さ」は良くない。各種パラメータの変更は可能であるが、特定の手順や作業を要するために「パラメータ変更の柔軟性」にやや欠ける。

本取組みでは、上記の比較結果から総合的に判断し、測定結果の妥当性とパラメータ変更の柔軟性が高く、測定と分析が比較的容易な基地局シ

ミュレータを用いた手法を採用している。

2.3 システム構成

基地局シミュレータによる評価システム構成を図3に示す。基地局シミュレータは無線アクセスネットワーク*9機能とコアネットワーク*10機能を有しており、1台で実ネットワークの置換えが可能である。コアネットワークがインターネット網、無線アクセスネットワークが端末へと接続しているのと同様に、本環境を実現している。

3. 評価結果と改善ポイント

本システムを用いて得られたトラフィック量とRRC状態遷移の一例を図4に示す。あるアプリにおいて基本的な操作を行った際の信号発生時のものである。初め(区間A)はユーザのアプリ操作により信号が発生しており、操作完了後のしばらく(区間B)は短い周期で小さなトラフィックが発生している。さらに時

*9 無線アクセスネットワーク：コアネットワーク(*10参照)と移動端末の間に位置する、無線基地局および無線回線制御装置などで構成されるネットワーク。

*10 コアネットワーク：交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。

間が経過（区間C）すると長い周期で小さなトラフィックが発生していることが分かる。各区間での分析結果を示す。

(1)区間A

ユーザのアプリ操作によりトラフィックが発生しているためRRC状態が「Connected」を維持し消費電力が大きい状態が続いている。ユー

ザ操作によってトラフィックが発生しているため基本的には改善対象範囲からは除外される。

一方、データ更新などのユーザ操作に起因しないトラフィックが発生している場合は、該当トラフィックの削減、もしくは通信タイミングの集約を行うことで「Connected」の時間を短くすることが可能であり消

費電力の削減ができる。

(2)区間B

アプリ操作完了後に短い周期で小さなトラフィックが発生しているため、RRC状態が「CDRX」に遷移することがなく「Connected」を維持している。ユーザ操作がないにもかかわらず消費電力が大きい状態が維持されている。

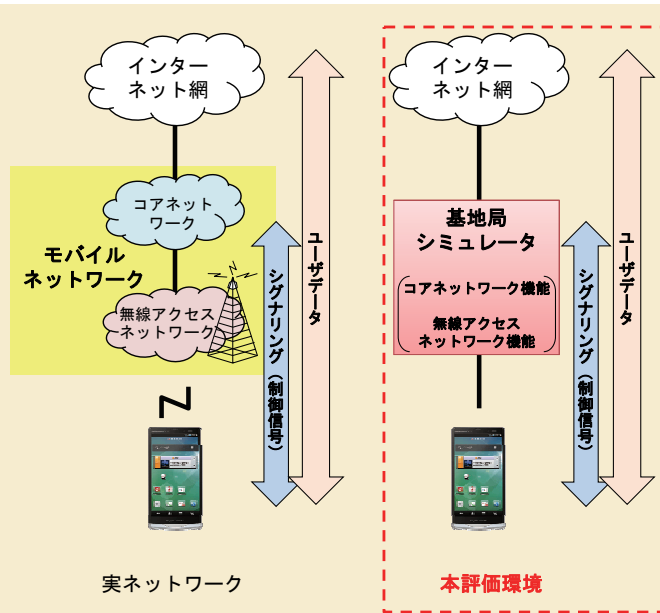


図3 基地局シミュレータによる評価システム構成

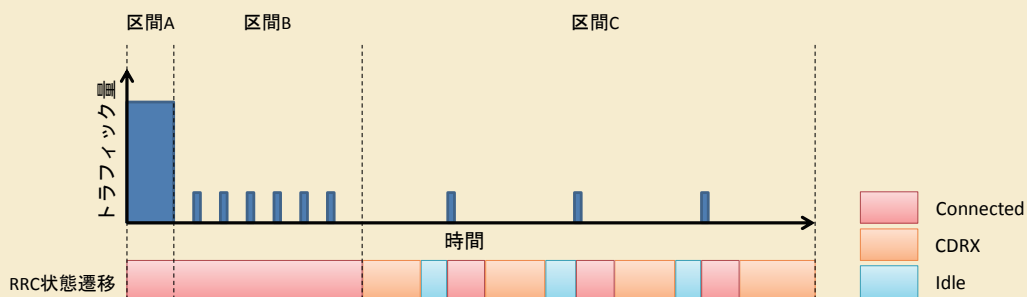


図4 トラフィック量とRRC状態遷移

通信間隔を広げることで「Connected」状態の時間を短くすることが可能であり消費電力の削減ができる。ただし、「Connected」から「CDRX」と「CDRX」から「Idle」に遷移するまでの合計時間（以下、Idle遷移時間）より通信間隔が大きくなると「Idle」遷移後に再び「Connected」に移行することとなり、シグナリング増加につながるおそれがある。このため、Idle遷移時間を考慮した通信タイミングの改善を行う必要がある。

(3)区間C

一定周期で小さなトラフィックが発生しているため、その度に「Connected」へ遷移し消費電力が高くなるとともに、「Idle」からの遷移となるためシグナリングが発生している。

通信間隔を広げることで消費電力とシグナリングの削減が可能である。一般的に、このような一定周期の小

さなトラフィックはTCPセッション*11を維持するためのKeep Alive*12として用いられることが多い。通信間隔を大きく広げ過ぎるとセッション開放となるため、ネットワークや接続サーバの設定に応じた改善が必要である。

以上のように通信量の削減、もしくは通信タイミングの調整を行うことでConnected時間ならびにIdle-Connected遷移回数の削減を行い、消費電力とシグナリング発生改善が行える。

4. あとがき

本稿では、バックグラウンド通信の最適化を支援することによって端末省電力化、ならびにネットワーク負荷軽減を実現するアプリトラフィック評価システムについて解説した。

本取組みはドコモ開発アプリに限

らず行っており、いくつかのアプリについては開発元ベンダに改善ポイントを提案し、省電力化の観点で対応していただいている。しかし、膨大な数が存在するアプリをすべて評価することは難しく、主にユーザの多いアプリに絞り、取り組んでいるのが現状である。そこで今後は、より多くのアプリの評価が行えるように、評価手法を効率化するとともに、端末省電力化・ネットワーク負荷軽減を目的としてアプリ開発者向けに公開している「アプリ作成ガイドライン」[1]の拡充を行っていきたい。

文 献

- [1] NTTドコモ：“Android™アプリ作成ガイドライン～効率的な通信制御に向けて～。”
https://www.nttdocomo.co.jp/service/developer/smart_phone/etc/index.html

*11 TCPセッション：TCPプロトコルによって確立される通信経路。

*12 Keep Alive：無通信によってセッション解放されるのを防ぐために送信される小データ。一定周期で送信されるものが多い。