

## 高機能携帯端末を用いた実空間通信品質収集環境

茂木 直道<sup>†</sup> 廣津 登志夫<sup>†</sup> 浅井 大史<sup>‡</sup> 福田 健介<sup>¶</sup>法政大学情報科学部<sup>†</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科<sup>‡</sup> 国立情報学研究所<sup>¶</sup>

## 1. はじめに

携帯端末による通信量は日々増大しており、ユーザにとっては快適な通信が提供されることが重要である。そのためには、実際の携帯端末の使用環境において、通信帯域・遅延といった情報だけでなく、ユーザの使用体感に関わる情報も収集することが必要である。

NetBench[1] は携帯端末のロケーションに応じた通信帯域・電波強度などの通信性能に関する情報と、その際のユーザの体感品質の評価を収集することが可能なアプリケーションである。NetBench は iOS プラットフォーム上のみ実装されており Android OS の稼働する端末では情報を収集することができなかつた。また、ユーザの体感品質の取得を主眼としていることから、ユーザが操作を行った時のみ評価値を取得できるようになっている。今回、この NetBench を Android に移植するとともに、自動で通信帯域や電波強度などの通信性能に関する情報を取得できるようにした。

## 2. 通信品質

通信品質には主観的なものと客観的なものがある。主観的な品質はネットワーク利用時におけるユーザの体感通信品質で、客観的な品質は通信帯域や電波強度などのソフトウェアで測定可能なものである。

主観的な評価品質は QoE(Quality of Experience)と呼ばれ、ユーザの評価を入力とした視聴覚心理実験と考えることができる。OneClick[1]では、QoE を取得するためのフレームワークを提供し、大量の調査結果を集めるための効率の改善や個人的な先入観や意識の偏りを補正する手法を提供している。ここでは、ネ

ットワーク状態を変化させることにより、ユーザは不満を感じたらクリックすだけという直観的な評価を可能にしている。しかし、ユーザの主観評価であるため、ユーザからの入力が逐一必要である。

客観的な評価品質としては、実効通信帯域や遅延、ジッタなどが使われる。これらの測定値は、通信の状況（転送量やパケットの到着タイミング）を観測することにより、ユーザの入力なしに測定することが可能である。一方で、これらの測定値に対してユーザが体感としてどのように感じるのかは明らかではない。

NetBench では、ユーザの体感品質を+・-で評価し、位置情報・通信接続の種類（Wi-Fi あるいは携帯回線）・キャリア情報・IP アドレスを併せて収集する環境である。その際に通信帯域を測定することが出来、QoE を判断する指標として用いることが出来る。収集した情報からある地点での QoE の結果を表すマップと測定した通信帯域を表すマップが用意されている。

## 3. 設計

端末利用時のQoEと客観的指標である通信性能の関係を明らかにするためには、ユーザの体感情報に合わせて通信性能の情報を取得する必要がある。また、通信性能は端末の電波強度だけでなく、ネットワーク側の輻輳など様々な要因で変動するため、ユーザ体感の測定時以外にも時刻・場所や電波状況に応じた通信性能の基礎情報を把握する機能を持たせる。さらに、体感品質は使用しているアプリケーションの挙動によるものが大きいため、端末自体の負荷情報なども記録しておくが必要になる。

## 3.1. ユーザの体感情報

ある実空間での体感情報をユーザがアプリケーションから入力し、周辺環境（端末情報・通信性能・負荷情報）と併せて取得・保存する。端末情報としては、端末状態によりQoEが影響するかどうか判別するために取得・保存する。具体的には移動体状態では通信が悪くなりやすく、アンテナの向きにより電波の受信感度が変化する。端末状態による影響については事後解析でQoE評価をする際にどの影響か分類するために扱う。

Traffic Statistics and Quality of Experience Collector for Smartphones

<sup>†</sup> Naomichi Motegi    <sup>†</sup> Toshio Hirotsu

<sup>‡</sup> Hirochika Asai    <sup>¶</sup> Kensuke Fukuda

<sup>†</sup> Faculty of Computer and Information Sciences, Hosei University.

<sup>‡</sup> Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo.

<sup>¶</sup> National Institute of Informatics.

### 3.2. 通信性能

通信性能とその基礎情報による評価の分類と通信性能を定期的に取り得・保存する。通信性能の指標としては通信帯域を用いる。具体的には携帯回線の場合は、キャリア毎に通信基地局やその基地局に接続する端末数などが変化し、その影響からQoEも変化し、キャリア毎に分類を行う必要がある。また、評価エリアの分類の一つの方法として基地局毎に分類することでその基地局内での端末数の変化によるQoE評価が出来る。電波強度については、電波強度毎に通信品質が変化すると想定されているため、電波強度毎にQoEを評価する。

### 3.3. 端末負荷情報

メモリ使用量やCPU使用率が上昇すると端末の動作が悪くなり、使用しているアプリケーションの挙動も悪くなる。このような状態を端末に負荷がある状態という。端末負荷によりQoEに影響があるかどうか判断するために取得・保存する。

### 4. 実装

3節のユーザの体感情報、通信性能、端末負荷情報の3つの実装方法とユーザインターフェースについて説明する。取得した情報については端末からTCP接続によりサーバに蓄積する。

#### 4.1 体感情報

ユーザの体感情報の取得方法については、NetBenchに習い+・-ボタンから入力し、周辺環境を取得後に併せて保存する。端末情報についてはAndroid端末に備えられている各種センサの値をAndroid OSのAPIを用いて取得する。実空間である時刻・位置についてはGPS (Global Positioning System) センサやネットワークからの位置検出を用いて緯度・経度・標高・時刻を取得する。

#### 4.2 通信性能

通信性能の指標である通信帯域は、JavaのSocket通信を用いたTCP接続により、ある一定ファイルの送受信を一定時間行い、上りと下りの通信帯域を取得する。今回はNetBenchに習い100MBファイルの送受信を10秒間行った。上りの通信帯域はサーバ側で算出し、下りの通信帯域は端末側で算出した。これは、ファイルの送信から受信までに遅延が発生すると正しい通信帯域を取得できないためである。通信性能の基礎情報についてはAPIから取得することが可能である。しかし、電波強度についてはAPI Levelやキャリアによって取得する種類が異なる。

自動での通信性能の取得については10分毎にバックグラウンドで取得する。ここで取得する情報はユーザ入力が必要な体感情報以外である。



④QoEプラス

図1 収集情報表示図

### 4.3 端末負荷情報

高負荷状態についてはメモリ使用状況・CPU使用率の取得を一定間隔で行い判断する。メモリ使用状況についてはAPIにより取得可能であるが、CPU使用率についてはLinuxカーネルにより保存されるファイルシステム/proc/statにアクセスし、CPU占有時間から単位時間当たりのCPU使用率を算出する。今回単位時間は3秒とする。

#### 4.4 ユーザインターフェース

図1は実際の実装画面である。収集した情報はGoogleマップ①上にピン②を立てて表示する。Android開発でのGoogleマップの特定位置へのマッピングは、Googleが提供する拡張APIという位置づけで使用することができ、GoogleMapに特定位置へのマッピングをすることが可能になる。③の情報をタップすることで画面が遷移し、図1の右の画面のように取得した情報が全て表示される。④、⑤はQoEの入力ボタンであり、④はプラスの体感情報、⑤はマイナスの体感情報である。

### 5. まとめ

通信品質を実空間で収集する環境を構築することが出来た。Android実装をしたことにより、ほぼ全ての高性能携帯端末から収集することが可能で、全てのキャリアに対応した。また端末状態や負荷状態の影響を考慮可能となったため、より細かい評価が可能となった。また、自動で通信性能が取得出来るようになったことからネットワーク側の輻輳など様々な要因を考慮してQoEを評価することが可能になった。

#### 参考文献

- [1] 浅井 大史,  
<https://itunes.apple.com/jp/app/netbench/id507447151?mt=8>
- [2] Kuan-Ta Chen, Cheng-Chun Tu, Wei-Cheng Xiao, OneClick: A Framework for Measuring Network Quality of Experience, IEEE INFOCOM 2009 Vol. 2 P702-710