

M-004

Android 携帯を利用した受信信号強度分布図共有システムの提案とプロトタイプ開発

A proposal and prototype of received signal strength distribution map sharing system using android mobile phone

狐崎直文[†]
Naofumi Kitsunezaki

小池寛晃[‡]
Hiroaki Koike

水澤純一[§]
Jun-ichi Mizusawa

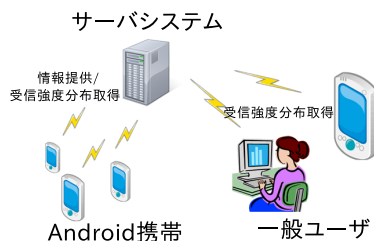


図 1: 本サービスの概要

1. はじめに

無線通信事業者は、自社が提供する携帯電話サービスを向上させるため、定期的に信号強度の調査を行っている。信号強度の調査は、専門の調査員が自動車で行走しながら、あるいは歩行で専用の電波受信機器を用いて、全国津々浦々をめぐり行っている。このような方法でデータを収集する限り、データの鮮度は調査員 1 人あたりの担当面積などで決定される限界ができてしまう。費用対効果の観点から調査員の数を無制限に増やす分けにもいかない。従って、調査員を使った現在の方法では、任意の地域のリアルタイムの信号強度の分布を知ることは非現実的である。

一方、Android 携帯などのスマートフォンでは、スマートフォンにインストールされるアプリケーションが、詳細な受信信号強度 (RSSI) をデータとして扱えるようになった。また、国内のスマートフォンの出荷台数は 2007 年以降増加しており、特に 2009 年から 2010 年にかけては、前年比 46% も増加している [1]。国内のスマートフォンに占める Android 携帯シェアもまた、急激に増加する傾向にある [2]。すなわち、Android 携帯の所有者は、急激に増加している。

米国の Google 社は、2005 年に地図検索サービス「Google Maps」のベータ版の提供を始め、同年に Google Maps API の無料ベータ版の提供を始めた [3]。このことにより、ウェブアプリ開発者は、自分のウェブページに Google 社提供のマーク付きの地図を javascript と組み合わせることで貼り付けることができるようになった。このことにより、ウェブページを持つ企業から個人のウェブサイトまで、ウェブアプリ開発者は、地図に情報を付加して発信することが容易にできるようになった。例えば、企業やお店の場所をユーザに示す手段として Google Maps を用いて、特定の位

置をマークした地図を貼り付けたウェブページや、個人の足跡や歴史的なイベントが起こった場所、観光地などをマークした地図を貼り付けたウェブページなどは珍しいものではなくなった。

本研究では、図 1 にあるような、複数の Android 携帯のユーザから位置と受信強度の情報を取得し、取得した情報を Google Maps を用いて Android 携帯のユーザを含む一般のユーザに配信するための、Android アプリケーションとサーバシステムを開発した。本研究では、2010 年 12 月 8 日に、データの取得を開始した。これは、類似のサービスである opensignalmap[4] の Android アプリケーションがリリースされた 2010 年 12 月 21 日よりも前のことである [5]。

本研究で開発した Android アプリケーションが動作している Android 携帯が増えれば増えるほど、ユーザは現在の受信信号強度の詳細な分布を得ることができるようになり、無線通信事業者が受信信号強度の測定をしなければならないエリアが削減され、その結果、携帯電話のユーザはリアルタイムで受信信号強度のよい場所、悪い場所を知ることができるようになると期待される。

2. システムと Android アプリケーション

本研究で開発したサーバシステムは、Android 携帯から送信されるデータをデータベース管理システムに記憶させるデータ記憶機能と、Google Maps 及びデータベース管理システムと協働して、端末の位置近傍の受信強度分布図をウェブページとして提供する、受信強度分布図提供機能の 2 つの機能を有する。

また、本研究で開発した Android アプリケーションは、バックグラウンドで Android 携帯が取得した受信信号強度 (RSSI)、内蔵の時計及び GPS を使用して取得した当該 Android 携帯の位置と日時を定期的にサーバシステムに送信し、フォアグラウンドで Android 携帯の現在の位置の周辺の受信強度分布図をサーバシステムから受信してブラウザに表示する機能を有する。この Android アプリケーションは、ユーザが現在位置近郊の電波状況を閲覧するときのみに自身の位置、受信強度、時刻をサーバシステムに送信するようになっており、ユーザが電波状況の閲覧を終了するとき、終了ボタンを押してアプリケーションを終了する。アプリケーションの終了とともに位置、受信強度、時刻の送信も終了するため、ユーザが意図しないときに情報を送信することは無く、ユーザに対して過度の電力消費を強いないようにしている。

更に、Android 携帯と基地局間の通信に使われる電波は、通信経路の空気中の水分により吸収・散乱される

[†]青山学院大学, AGU

[‡]青山学院大学, AGU

[§]青山学院大学, AGU

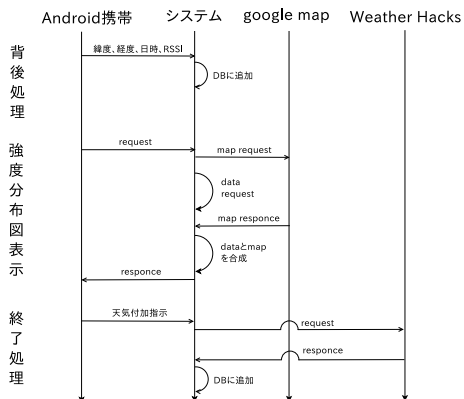


図 2: 我々が開発したシステム、Android アプリケーション、関連サーバ間のシーケンス図

ことにより、受信強度が低下する可能性が考えられるため、Android 携帯と基地局の間の天候と受信強度が関連する可能性が有る。そこで、天気情報を発信している Weather Hacks [6] のサーバにアクセスして、天気情報をサーバシステムに提供させる機能も有している。Android アプリケーションは、ユーザが電波状況を調べるときのみに動作することを想定している。また、Weather Hacks から取得できる情報は Android アプリケーション作成当時は都道府県単位の情報であり、ユーザが電波状況を調べているときに大きく変化するものではないと想定しているため、Weather Hacks へのアクセスは、Android アプリケーション終了時の 1 回で充分であると考えている。

図 2 は、Android 携帯、サーバシステム、Google Maps、Weather Hacks 間で実行される、Android アプリケーションの機能毎のシーケンス図である。背後処理とは、バックグラウンドで行われる処理であり、Android アプリケーションを開いている間、定期的に繰り返される処理である。強度分布表示は、Android 携帯で強度分布図を見るときに実行される処理である。終了処理は、Android アプリを終了するときに行われる処理である。

以下の節で、システムの各機能の説明を行う。

2.1. データ記憶機能

データを記憶するデータベース管理システムは、リレーショナルデータベース管理システム (RDBMS) とウェブサーバを組み合わせる構成され、各々 Linux (CentOS 5.5) 上で動作する MySQL 5.0 と Apache2.2 で構成される。

データベース管理システムには、表 1 に記載のカラムを作成した。Android 携帯は、http 通信を使って緯度、経度、日時、時刻、rssI 値のデータをウェブサーバ定期的に送信し、ウェブサーバは、受信したデータをデータベースに送信して記憶させる。尚、表 1 において、rssI, name, number の関係は表 2 の通りである。

Android アプリケーションは、原則として定期的に緯度、経度、日時、時刻、RSSI をサーバシステムに送信する。この送信間隔の決定方法は後で説明する。

カラム名	役割
id	シリアル番号 (主キー)
lat	緯度
lng	経度
rssI	デシベル値に変換した受信信号強度
date	日付
time	時刻
weather	天気情報
season	季節
name	受信信号強度を識別する名称 (電波良好、電波微弱、電波弱、電波危機、圏外)
number	受信強度信号を識別する名称のグループ名 (A~E)

表 1: データベースのカラムとその役割

rssI	name	number
-85~	電波良好	A
-95~-86	電波微弱	B
-100~-96	電波弱	C
~-101	電波危機	D
0	圏外	E

表 2: rssI, name, number の関係

Android 携帯が通信圏外に出ってしまった場合、最後に送信した情報を記憶し、位置情報の取得も実行しないようにする。Android 携帯が再び通信圏内に入ると、緯度、経度、RSSI の取得を再開し、その後最初の通信で Android 携帯が記憶している圏外に出る直前の緯度、経度、RSSI、日時と再び圏内に入って最初に取得したの緯度、経度、RSSI、日時をセットにしてサーバシステムに送信する。

天気や季節の情報は、Android 携帯で Androide アプリケーションを終了処理する際に、http 通信でウェブサーバにアプリケーションを終了する旨の情報を伝え、ウェブサーバがその情報を受信すると、天気情報を配信する Weather Hacks にアクセスして、天気及び季節の情報を一括して収集し、データベースに記録する。

2.1.1. 送信間隔の決定

Android 携帯から情報を収集するシステムを構築した当初は、10 秒毎にデータを送信していた。この送信頻度は、街中で走行する自動車からデータを送信した場合、約 100m 毎にデータを更新することに相当するが、6 回以上、すなわち、1 分以上まったく同じ RSSI を送信するという事象が頻繁に発生した。このことは、データベースを見ていて気づいたことであり、連続している測定地点で RSSI 値が同じ値を取るような場合、このようなデータを全てデータベースに記録したり、マップに表示することは、データベースのリソースや、

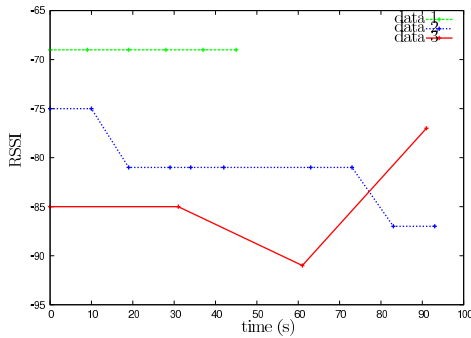


図 3: RSSI 値の変化

効果的な受信強度分布図をネットワーク経由で送受信するという観点からは効率的ではないと考えた。

そこで、送信時間間隔を 10 秒よりも長くとることにした。図 3 は、自動車移動中に受信強度を測定したときの、データ取得開始時からの RSSI 値の変化を示したものである。いずれのデータも、取得した日時、場所が異なるものである。Data 1 と data 2 は、送信間隔を 10 秒にした場合の RSSI 値の変化を表しており、我々が発見した 1 分以上まったく同じ RSSI を送信するという事象を含むデータである。

一方、data 3 は、送信間隔を 30 秒に変えた場合の RSSI 値の変化を表している。Data 1, 2 とは異なり、ほぼデータを取得した場所毎に異なる RSSI 値を測定していることが分かる。Data 1~3 を取得した日時や場所は異なるものであるが、データベース資源を有効活用するためにデータの送信間隔を決める根拠として利用することにした。以上のことから、データの送信間隔を 30 秒に 1 回と決定することにした。

2.1.2. 圏外の取扱い

本研究のシステムは、Android 携帯ユーザが多くいる、都市部で利用されることを前提としている。そのため、圏外とは、山中のように Android 携帯の位置と基地局の位置が物理的に離れすぎているために電波が受信できないような範囲というよりは、地下道や地下街、建物内などに Android 携帯があるために電波が受信できないような状況を前提としている。このような状況では、GPS の電波も届かないと考えられるので、これまでのように、GPS を使った位置決めをすることもできず、圏外に入るとシステムに通知することもできないような状況を前提としている。

Android 携帯が、自身は圏外にいると判断すると、Android アプリケーションは圏外用の特別なルーチンに入る。このルーチンに入ると、Android アプリケーションは、Android 携帯が直前に送信した位置 (緯度、経度)、時刻、RSSI 値をレジスタに記憶する。新に Android 携帯が圏内に入るまで、GPS を用いた緯度、経度の測位処理とデータの送信処理を行わないで、節電に努める。通信圏内に入ると、Android 携帯は GPS を用いた緯度・経度の測位処理、時刻測定、RSSI 値の測定を行い、



図 4: 受信した電波の強度を Google Maps 上に表示するサービスの概要

PC 名	CPU	メモリ	ブラウザ
PC1	IBM Corporation Intel(R) Pentium (R) M	1.49GB	IE8
PC2	Intel(R) Celeron(R) CPU 2.66GHz	0.99GB	IE8

表 3: PC1, PC2 のスペック

レジスタに記憶したデータと共に通信圏内に入ってから測位した緯度、経度と、測定時刻と、RSSI 値をデータベースに登録して、通常のルーチンに戻る。従って、表 2 において圏外を表す $rss_i = 0$ はデータベースには登録されず、圏外に入る直前の緯度、経度、 rss_i 値の組は、同じ物が 2 つ連続データベースには登録されることになる。

2.2. 受信強度分布図表示機能

図 4 は、Android 携帯から受信した緯度、経度、 rss_i の情報を Google Maps 上に表示させたものである。より具体的には、データベースに登録された緯度、経度に対応する地図上の位置に、RSSI 値を 5 段階に分類して色分けした色のボックスを表示して、受信強度分布を表現している。ボックスの表示範囲は、図の住所入力フォームに入力された住所 (空欄の場合は青山学院大学相模原キャンパスの近所) を中心に、南北約 $\pm 1.1\text{km}$ 、東西約 $\pm 660\text{m}$ (南北、東西 $\pm 10^{-2}$ 度) の範囲であり、データベース管理システムに登録されたデータのうち、最新のデータ 100 個を地図に表示している。Android 携帯などの必ずしも高速でないマシンを使っても、受信強度の分布図を高々数秒で表示したかったので、幾つかの低速なマシンを使った場合に 5 秒以内で表示できた数である 100 を選択した。図 5 は、パソコン毎にマーカー数と地図表示時間を調べたものである。PC1 と PC2 の CPU, メモリ、そして測定に使ったブラウザは各々表 3 の通りである。

また、表示の範囲は、Android 携帯で表示した際に、道路がしっかりと見える大きさを基に、中心からの距離だ 1km 程度になる緯度、経度範囲に決定した。

また、ボックスをクリックすると、データを取得した日時、RSSI 値、その他データベースに登録されている情報が表示される。我々のシステムでは、その他の

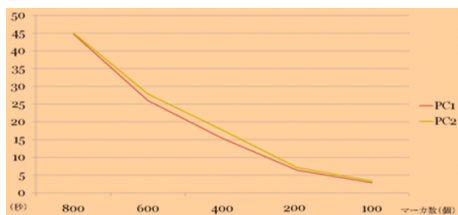


図 5: マーカー数と地図表示応答時間の関係



図 6: クリックした地点の詳細なデータ

データとして天気、季節、RSSI 値から導かれる電波状態のコメントを表示する (図 6 参照)。

3. 結論

本研究では、Android 携帯から、位置 (緯度、経度)、日時、受信強度 (RSSI) を定期的に取得し、取得したデータを基にして、Google Maps 上任意の地点の周辺の受信強度分布図を作成して転送する、サーバシステムと、Android 携帯にインストールして先ほどのサーバシステムに位置、日時、受信強度を定期的に送信し、インストールされた携帯端末の位置周辺の受信強度分布図を表示させる Android アプリケーションを作成した。受信強度分布図は、Google Maps 上で表現されており、Android 携帯だけでなく、任意のブラウザから閲覧することが可能であり、任意の地点の周辺約 1km の最新の 100 地点の受信強度をランク別に表示した図である。

本研究で作成した Android アプリケーションが普及すれば、任意の地点の周辺のリアルタイムの受信強度分布を、ウェブブラウザを備える任意の機器で閲覧することが可能になる。このことにより、携帯事業者が従来行ってきた受信強度の調査の手間が軽減されるだけでなく、従来はほとんど不可能であったリアルタイムの受信強度を知ることが誰にでも可能になる。

リアルタイムの受信強度を知ることが、携帯事業者だけでなく、Android 携帯のユーザや、Android 携帯の購入予定者、さらには Android 携帯の販売業者などにもメリットがある。Android 携帯の利用者には、リアルタイムの受信強度分布が提供されるため、移動中により通信環境の良い経路を知ることが可能になり、より通信が途切れにくい経路を選択することが可能になる。また、Android 携帯の購入予定者は、自分がよ

く使う経路の電波状況を知ることができ、購入の可否の決定の有力な材料になる。更に、販売業者にとっても、顧客にリアルタイムの通信環境を示すことにより、Android 携帯の利点をアピールすることができる。

その他に、天候情報などを加味することにより、本研究で開発したシステムに新たな価値を付加できる可能性がある。例えば、各地点の受信強度に気温と湿度の情報を加味すると、空気中の水分による Android 携帯と基地局間の電波の吸収率を導くことができると期待される。このように、本研究で開発したシステムと Android アプリケーションは、様々な立場、用途で利用価値がある。

しかし、本研究で紹介したシステムやアプリケーションには、改善の余地がある。例えば、圏外における Android アプリケーションの動作アルゴリズムも再考の余地がある。第 2.1.2 節で説明したアルゴリズムでは、データベースで rssi 値が 0 となる位置をデータベースに記録しないため、本来の目的である、無線通信事業者に、通信不可能な地点を直接データベースから検索することを困難にしている。

また、データの送信間隔が一定であることは、再考の余地がある。例えば、ユーザが 1ヶ所に止まっている場合、何らかの要因で RSSI が変更しない限り同じデータが蓄積されるだけである。その結果、止まっている Android 携帯の周辺に、我々が開発したアプリケーションをインストールした他の Android 携帯が存在しなかった場合、受信強度分布図には、一ヶ所の情報だけが 100 個重なって表示されてしまうことになる。このような特殊な状況への対処が今後の重要な課題となる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、様々なアイディアや助言をしてくれた青山学院大学情報テクノロジー学科の水澤研の皆様へ感謝します。

参考文献

- [1] 矢野経済研究所: “スマートフォン市場に関する調査結果” (2010)
<http://www.yano.co.jp/press/pdf/605.pdf/>
- [2] ITpro: “2010 年国内スマートフォン市場” (2010)
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20100416/347192/>
- [3] INTERNET Watch: “関連記事インデックス ストリートビューが話題、「Google マップ」の歴史を見る” (2008)
<http://internet.watch.impress.co.jp/static/index/2008/08/11/index.htm>
- [4] opensignalmap: <http://opensignalmap.com/>
- [5] Open Signal Map Android App Released (v0.83 beta)
<http://opensignalmap.com/blog/page/4/>
- [6] Weather Hacks:
http://weather.livedoor.com/weather_hacks/