

# SUWANT! : 電車で効率よく座るための支援アプリケーションの提案と実装

笹川真奈 (指導教員: 椎尾 一郎)

## 1 はじめに

都市部に住む日本人にとって、電車は移動手段として欠かせないものである。電車で座っている人の多くは寝ており、電車で座って休息が取れるか否かは重要問題であることがわかる。しかし、電車で早く乗れば早く座れるとは限らない。自分よりも後に電車に乗った人が、たまたま早く降りる人の席の近くに立っていて、自分よりも先に座席に座ってしまうことがある。もし電車に乗る際に、自身の周辺乗客の降車駅がわかり、早く降りる人の近くに移動することができるスマートフォンアプリがあれば、電車での通勤・通学はもっと楽になると考えた。

一方で、電車内の多くのスマートフォンユーザは周辺機器との接続のために Bluetooth を使用している。今後、SmartWatch<sup>1</sup>や Bluetooth Low Energy 機器の普及に伴い、端末の Bluetooth 機能を ON の状態にするユーザが増えていくと考えられる。これらの Bluetooth 機器は、機器ごとに固有の ID を所持している。検知許可に設定されていれば、周辺の他ユーザは、その ID と電波強度 (RSSI) を検知することができ、ある ID を持った人が乗降する駅を特定することができる。さらに、ネットワークに接続した人々の力でこのデータを多数集積すれば、自分の周辺の乗客が下車する駅を予測することができるであろう。

そこで、本研究では Bluetooth を用い、自身の周辺乗客の乗降駅を自動収集・提示するスマートフォンアプリケーション SUWANT! を提案・実装した。SUWANT! を使用することにより、電車内で座れる確率が上がることが期待できる。

## 2 関連研究

電車に座るためのスマートフォンアプリケーションには、混雑状況をユーザで投稿して共有するナビゲーションアプリ<sup>2</sup>、山手線限定で車両ごとの混雑度を提示するアプリ<sup>3</sup>などがある。これらのサービスは車両ごとの混雑度の情報を提供するのみであるが、本アプリケーションでは、次の駅で空く席を見つけることを目的としている。

また、Bluetooth 信号を用いて、人の行動や位置を推定している研究には、外部環境中にある固定局からの Bluetooth の検知パターンによってユーザのライフログを推定する研究 [3] や、固定局を用いた Bluetooth 信号による室内の位置を推定する研究 [1][2] 等がある。本研究では固定局を用いず、ユーザや他乗客の所持するスマートフォンが発する Bluetooth 信号のみを使用している。

## 3 SUWANT!

本研究で提案するアプリケーション SUWANT! は、車内で Bluetooth を検知可能にしているデバイスの Bluetooth ID を取得する。人が所持している端末の

Bluetooth 信号の検知と消失によって、どの ID を持つ人がどの駅で乗降したかを推測することができる。Bluetooth の到達範囲は最大で半径 10m 程度であるので、人の電車乗降を検出するのに適していると考えられる。本アプリケーションは、車内における ID の検知消失情報を、多数のユーザの協力により長期間にわたり取得し、共通サーバに蓄積することで、正確な乗降車駅データベースを構築する。一方、蓄積されたデータは、本アプリケーションのユーザが誰でも利用することができる。ユーザのスマートフォン上には、サーバに蓄積されたデータに基づき、各ユーザ周辺で Bluetooth を検知可能にしている人の降車駅を提示する。

## 4 実地調査

SUWANT! の仕組みが機能するためには、Bluetooth が検知できる状態にある他端末の存在が必須である。そこで、現時点で電車内で Bluetooth が検知できる端末がどの程度存在しているのかを調査した。調査のために、10 秒毎に Bluetooth ID を取得し随時サーバにアップロードするアプリケーションを実装した。調査は、時間帯を 5 つ (通勤/午前/午後/夕方/帰宅) にわけ、各々の時間帯ごとに前方・中方車両にて 2 周ずつ、計 20 周 JR 東日本の山手線に乗り、Bluetooth ID を取得した。一駅間の平均取得 Bluetooth ID 数を図 1 に示す。

	時間帯・車両別 1 駅間 平均取得 Bluetooth ID 数										
	通勤 (7:32~)		午前 (10:16~)		午後 (13:20~)		夕方 (15:45~)		帰宅 (18:39~)		車両別 平均
前方車両 (2両目)	1.0	0.7	2.6	1.3	1.2	3.1	3.2	0.7	0.9	1.6	1.6
中方車両 (5両目)	1.1	1.6	1.2	2.3	2.0	1.2	1.6	1.9	1.4	2.2	1.7
時間帯別 平均	1.1		1.9		1.9		1.8		1.5		1.6

図 1: 山手線 20 周実験結果 (平均取得 Bluetooth ID 数)

この結果、1 車両に平均して 1-3 程度の Bluetooth ID を常に検知することができた。乗車位置周辺で最低 1 人でも乗降駅が分かれば降車情報を表示できるので、現時点でも SUWANT! は機能すると考える。

## 5 実装

本アプリケーションは、Android OS 搭載のスマートフォンアプリとして Java 言語で実装した。サーバサイドのシステムは、php 言語と MySQL で実装した。本アプリケーションで周辺乗客の降車駅の情報提示を行うまでの処理を図 2 で説明する。

ユーザが電車に乗り SUWANT! を起動すると、自身の周辺 10m 以内に位置する、Bluetooth 検知可能状態な乗客の端末情報を 10 秒毎に検知し、端末にローカルに保存する。保存する情報は、自身の端末の緯度経度と Bluetooth ID、および、検知した端末の検知時間、Bluetooth ID、電波強度、である。ユーザが電車から

<sup>1</sup><http://www.sonymobile.co.jp/product/smartwear/swr50/>

<sup>2</sup><http://www.navitime.co.jp/?ctl=0171>

<sup>3</sup><http://www.jreast-app.jp/>

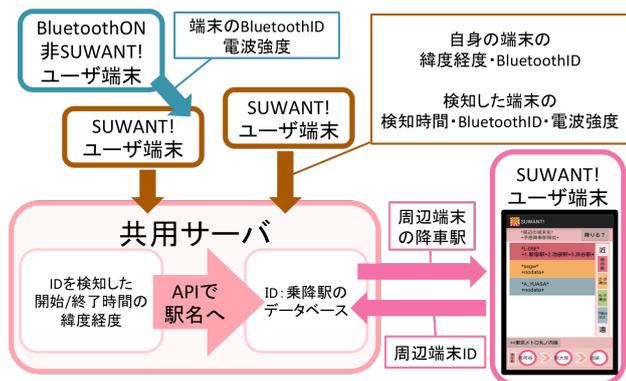


図 2: SUWANT!システム構成図

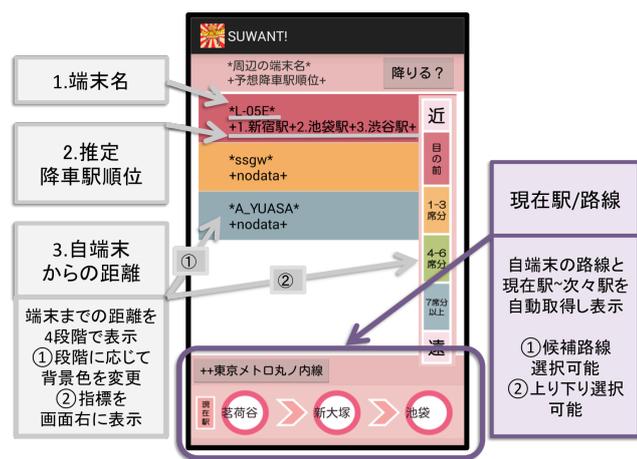


図 3: SUWANT!アプリ画面

降り SUWANT!アプリを終了しようとする時、アプリはこれらの情報をサーバ上のデータベースに送信する。実地調査での実装を改良し、省電力、ネットワーク負担の減少を実現し、実用性の高い実装を行った。

端末から観測データを受け取ったサーバでは、これを次のように処理する。まず、3分以上1時間未満連続して取得し続けている ID を、乗客所持端末の ID だと判断し、検知し始めた時間と検知できなくなった時間の緯度経度を取得する。次に、取得した緯度経度を、WEB API<sup>4</sup> を用いて駅名に変換し、それぞれ乗車駅と降車駅と推定し、ID と紐付けてデータベースに蓄積する。ID が出現・消失したことで、その端末を持っている人がその駅で乗降したと考えられるからである。サーバ上での処理は定期的にバッチ処理するよう実装し、将来データが増えても、サーバ応答に影響が出にくいよう設計した。

図 3 に、ユーザが持つ端末画面の表示例を示す。ここでは、一連の処理で得られたサーバ上のデータから得られた、周辺乗客の情報が表示されている。提示する主な情報は、周辺乗客の 1. 端末名 2. 推定降車駅順位 3. 自端末からの距離 である。

SUWANT!で検知した ID を持つ端末までの距離は、端末が発する RSSI を元に推定する。そこで、RSSI と距離の関係を調査する目的で、電車内で次の測定を実施した。Bluetooth ID が検知可能となっている端末を持って車内で座っているユーザから、1 席ずつ離れて

位置別 10回平均電波強度									
	目の前	1席	2席	3席	4席	5席	6席	7席	8席
平均電波強度	-62.8	-73	-72.68	-73.5	-75.6	-79	-75.8	-87	-85.1

図 4: 電波強度と距離の関係実験結果 (dBm)

いき、各位置で電波強度を 10 回取得し平均値を出した。この結果を図 4 に示す。これを元に、距離を 4 段階に分類し、電波強度が -65dBm 以上の時は [目の前]、-65dBm から -75dBm は [1-3 席]、-75dBm から -85dBm は [4-6 席]、-85dBm からは [-7 席] に対象者が居ると判断することとした。この数値は Android OS の API が返す RSSI 値である。

Bluetooth が検知できる範囲は半径 10m 以内であり、一方で車両の長さは約 20m 程度であるため、ユーザが車両内を動くことにより周辺 Bluetooth 電波強度は変化する。これを利用することにより、もうすぐ降りる人の位置を探し当てることも可能であり、座れる可能性がさらに高くなる。

本 SUWANT!システムは現在、Android ユーザ 10 人が 1ヶ月間継続して、日常生活内で使用し評価中である。2015 年 2 月 1 日時点では、蓄積されているデータ数が、有効 ID 数 991 件、最検知 ID 数は 48 件である。

## 6 まとめ

Bluetooth を用いた周辺乗客の降車駅収集・共有・提示システムであるスマートフォンアプリケーション「SUWANT!」を提案・実装した。現在、実装したシステムを用いてのデータ収集を行っており評価中である。今後は、さらなるデータ収集、ユーザの獲得を行い、また収集したデータ分析の精度を高めるためのアルゴリズムを検討することによって、より効率的に電車で座れる、有効なアプリケーションへと成長させていきたい。

本研究は独立行政法人用法処理推進機構の 2014 年度未踏 IT 人材発掘・育成事業に採択され、支援を受けて開発を行った。

## 参考文献

- [1] Li, S., Lou, Y. and Liu, B.: Bluetooth Aided Mobile Phone Localization: A Nonlinear Neural Circuit Approach, *ACM Trans. Embed. Comput. Syst.*, Vol. 13, No. 4, pp. 78:1-78:15 (2014).
- [2] Pei, L., Chen, R., Liu, J., Kuusniemi, H., Tenhunen, T. and Chen, Y.: Using inquiry-based Bluetooth RSSI probability distributions for indoor positioning, *Journal of Global Positioning Systems*, Vol. 9, No. 2, pp. 122-130 (2010).
- [3] 牛越達也, 出射健一郎, 西出亮, 河野恭之: Bluetooth デバイスの検出履歴を用いたユーザ行動の分類, Technical Report 2, 関西学院大学大学院理工学研究科, 関西学院大学大学院理工学研究科, 関西学院大学大学院理工学研究科 (2009).

<sup>4</sup><http://express.heartrails.com/api.html#nearest>