

## 列車の混雑情報に基づく行動シナリオ推薦システムの提案

### Proposal of an Activity Scenario Recommendation System Based on Congestion Information of Trains

学籍番号 47-126766  
氏名 大野 航 (Ohno, Wataru)  
指導教員 木實 新一 准教授

## 1. 序論

### 1.1 研究背景

「通勤電車」と揶揄される程、日本の通勤電車は苦痛の場となっている。平成 12 年 8 月に運輸政策審議会答申第 19 号において、「平成 27 年を目安に大都市圏における都市鉄道のすべての区間のそれぞれの混雑率を 150%以内とする。」という混雑改善指標を定めている。東京圏の最混雑区間における最混雑時間帯 1 時間の平均混雑率は、年々減少傾向にある。しかし、180%を超える路線もあるため、乗客は大きな負担を強いられ、さらには列車の定時運行の確保も難しくなっている。そこで鉄道会社は様々な混雑緩和施策を講じている<sup>(1)</sup>。しかし、少子高齢化や人口減少に伴う将来の需要減少から電車の増発や複々線化などの大規模投資施策は難しいため、我々の生活により身近となったスマートフォン等のアプリケーションを使った方法に注目が集まっている。しかし、混雑に関する情報のみで、混雑情報に合わせて乗車変更を促すような情報を提供するには到っていない<sup>(2)</sup>。例えば、適当な駅で食事をしてから後続の列車に乗れば座れるといった、乗客に乗車以外のオプションを付与することで直接的な混雑緩和に繋がると考えられる。

### 1.2 本研究の目的と位置づけ

本研究の目的は、「混雑率推定の新たな方法の提案と直接的な混雑緩和に繋がる情報提供方法の提案」である。

まず、混雑率推定についてである。主に二つの方法の検討を行う。一つ目は、センシングである。センシング情報は機械的な情報のため、従来の測定方法である目視よりも正確な情報を得ることができると考えられるが、どの程度正確な混雑情報を収集できるかは未知であるため、フィールド実験において実証を行う。二つ目は、クラウドソーシングである。環境的な側面に左右されず、追加コストのかからない人の判断を用いた方法の検討を行う。そして、これらの方法を統合的に用いて、お互いの短所を補完し合うツールの開発を行い、新たな混雑情報収集システムの提案を行う。

次に、推薦システムを用いた情報提供である。混雑緩和に繋がる行動を促すような情報については、未知であるため、クラウドソースのような手軽な方法より情報収集を行う。また、人それぞれ嗜好によって、欲しい情報は様々である。そこで様々な推薦手法を用いて、ユーザ同士や行動の類似度計算を行う。それを用いて、適切な情報提供を行い、混雑緩和の可能性を検討する。



情報を収集することができる。開発したツールのユーザインタフェースを図 3.4 に示す。図 3.4a に示すのは、質問作成用インターフェイス gQ である。簡単な操作で質問を作成し近傍の地理空間に散布することができる。図 3.4b に示すのは、回答入力用インターフェイス gA である。シンプルな操作によって短時間で回答の入力を行うことができる。図 3.4c に示すのは、回答表示用インターフェイス gV である。

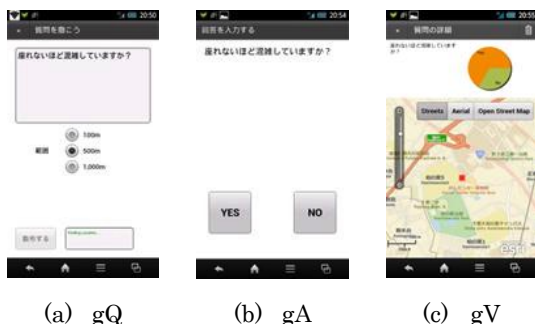


図 3.4 提案ツール概要

## 4. 提案推薦システム

### 4.1 手法概要

まずは、駅名や属性により情報フィルタリングを行うため、新規ユーザに対しては、それらの登録を行なってもらう必要がある (図 4.1a)。次に、収集した混雑率に基づき、空き時間を算出する (図 4.1b)。次に推薦を行うための情報収集と推薦手法の適用である (図 4.1c)。収集情報としては、混雑緩和の可能性の確認と混雑の回避時に行う行動について、クラウドソーシングを通じたアンケートから把握した。また、類似度計算を様々な手法より行った。最後に情報提示のプロセスにおいて、実地調査やクラウドソーシングで取得したセレンディピティを考慮した情報の提示を行う (図 4.1d)。

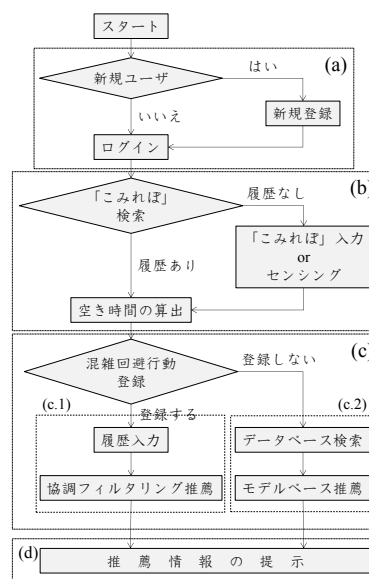


図 4.1 提案システムフロー

### 4.2 情報収集方法と推薦手法

クラウドソーシングサイト「Lancers<sup>(4)</sup>」を通して、情報収集を行った。主な収集項目については、{属性、混雑回避行動（混雑を避けるため、食事や買い物等の乗車以外に行う行動）を行う条件、混雑回避行動の履歴}等を収集した。次に推薦手法として使用した協調フィルタリングについて整理する。アイテムベースの協調フィルタリング手法により、式 4.1 に示すコサイン類似度より行動間の類似度を計算した。また、モデルベースの協調フィルタリング手法により、式 4.2 に示す条件付き確率によって、行動の遷移を算出する。ただし、 $a, b$  をある行動を表し、 $P(a)$  は  $a$  が行われる確率、 $P(a, b)$  は  $a$  と  $b$  が同時に行われる確率とする。

$$\text{sim}(\vec{a}, \vec{b}) = \frac{\vec{a} \times \vec{b}}{|\vec{a}| \times |\vec{b}|} \quad (4.1)$$

$$P(b|a) = \frac{P(a, b)}{P(a)} \quad (4.2)$$

## 5. 議論

### 5.1 本研究の貢献

本研究では、加速度センサのようなスマートフォンに搭載されているセンサやオープンソースハードウェアを用いてセンサネットワークを構築することで、センシング情報を自動で収集できる環境を整え、正確な情報をより手間の少ない状態で収集することを可能にした。これにより、情報入力の手間を最小化し、容易に正確な情報を取得できることが可能になった。また、既存システムである混雑情報共有アプリケーション「こみれば」の情報の有効性の検証を行った。そしてこれらの情報を統合的に組み合わせたツール開発により、それぞれの手法の短所を補ったシステムを提案した。

混雑回避行動に必要な情報については未知であったが、混雑状況以外の情報もクラウドソーシングによって容易に把握することができた。さらにその情報を様々な推薦手法に適用することで、行動間の関係性や属性による偏りを把握し、それらを考慮した情報提供により混雑緩和の可能性を示した。

### 5.2 サービスの実現に向けて

センシングのような機械的な情報によって、混雑率を推定できる可能性を示したが、環境的な側面を考慮した場合、クラウドソーシングのような人間の入力情報のほうが信頼性は高い。つまり、本研究で提案を行ったセンシングと手入力を合わせたシステムが必要であり、このシステムを広めていくことで実現の可能性は高まるといえる。

混雑情報とそれ以外のオプションを加えた情報提供が必要である。例えば、入力毎

にポイントを付加し、それが貯まるとクーポンを獲得できる等の付加を行った情報提供の方法である。そしてこれらを組み込んだアプリケーション等を開発することで人々により身近な形で情報の活用を行うことができ、サービスとしての実現可能性が高まることが考えられる。

### 5.3 本研究の課題

まず、評価実験である。本研究ではシステムの評価まで至らなかったため、システム全体の有効性を確認できなかった。次に場所の考慮である。本研究では、主に空き時間や属性に着目して推薦を行っていたが、混雑回避行動は場所（駅やその周辺状況）への依存性が高いと考えられるため、それぞれの場所を考慮した推薦手法の検討も行う必要がある。

## 6. 結論

クラウドソーシングや参加型センシングによって、混雑状況の推定・確認を容易に行うことができる可能性を示した。また、混雑回避行動を促すような情報の収集と推薦手法の適用により、属性や行動間の関係性を確認し、混雑緩和の可能性を示した。

## 参考文献

- (1) 清水英範, 「都市鉄道の混雑率の測定方法」, 第3回都市鉄道整備等基礎調査報告シンポジウム予稿集, 2005
- (2) 轟朝幸, 松本修一, 松田博和, 「路面電車利用者への混空情報提供の有用性の検証」, 運輸政策研究 11 (1), 17-24, 2008
- (3) こみれば, <http://www.navitime.co.jp/?ctl=0171>
- (4) Lancers, <http://www.lancers.jp/>