

鉄道車両編成における混雑度の画像計測と可視化

～シミュレーションによる予備検討～

鈴木 涼平[†]

藤代 一成[†]

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科[†]

1 序論

近年の鉄道交通事情において、同一車両編成内での混雑度の偏りに起因する問題の解決が大きな課題となっている。例えば、ラッシュアワーでは特定の車両に乘客が集中することが、ダイヤの乱れや乗客同士のトラブルの原因となる。そこで、混雑度の偏りを緩和することが、乗客にとってより安心・安全なサービス提供に繋がると考えられる。

混雑度の偏りを緩和するためには、乗客に対して混雑度を提示することで、混雑度の低い車両に乗車するように誘導することが効果的である。そこで本研究では、ドアごとの混雑度をリアルタイムに乗客に提示するために必要となるシステムを開発することを目的とする。本稿では、その準備として現実を想定したシミュレーションによる予備検討について報告する。

2 関連研究

先行研究 [1][2] では、混雑度を計測するための手段として、車両のドアに設置された乗降センサや、応荷重装置が用いられている。しかし、いずれもセンサの精度などの問題から、都心部で見られるような過度な混雑に対応できる計測は困難であると考えられる。また、車両ごとに計測機器を取り付けることは、混雑度提供システムの実用化を考えたとき、コストの面からも現実的ではない。そこで本研究では、都心部で想定される混雑に対応でき、かつ低コストな計測手段として、画像計測を用いた手法を提案する。

Imagery measurement and visualization of train crowdedness
— Preliminary study through simulation —
Ryohei Suzuki[†], Issei Fujishiro[†]
Department of Information and Computer Science, Keio University[†]

3 提案手法

本研究における混雑度可視化システムの処理フレームワークを図1に示す。画像処理部では、ラインスキャナから得られる画像から特徴量を抽出する。次の推定部では、得られた特徴量をもとに、乗客の位置を推定する。そして可視化部で、推定部で得られたデータを可視化する。

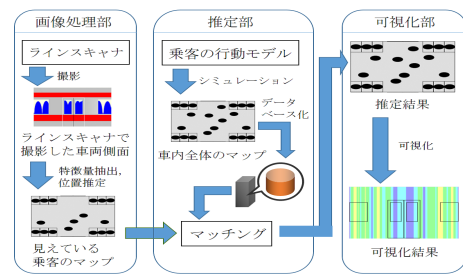


図1: 混雑度可視化システムの処理フレームワーク

3.1 画像処理部

本稿では、実際に駅のホームにラインスキャナを設置して行う実測の代用として、必要な部分の寸法を実物に合わせたCGモデルとラインスキャンを模したプログラムを用いる。また、乗客は大きさが一定の楕円体で代用するものとする。図1（ラインスキャナで撮影した車両側面）のように得られた画像に対して、写っている乗客の頭部の位置座標を特徴量として抽出する。

3.2 推定部

3.2.1 乗客の行動モデル

車内での乗客の行動を観察し、モデル化する。このモデルは、ある時点での車内の乗客の配置を入力として受け取り、次に乗車する人が行きそうな場所の確率分布を出力する関数である。

このモデルを用いて、空車の状態から一人ずつ乗客を配置するシミュレーションを行い、その結果を図2（シミュレーションで得られるマップ）としてデータベースで格納していく。

3.2.2 乗客の位置推定

画像処理部で得られた特徴量をもとに、画像に写っている乗客の位置を推定し、図2（見えている乗客のマップ）を作成する。マップの奥行き方向について、撮影している方の車窓から、立っている人がいる位置までの範囲をマッチングが有効な部分（図2では赤い部分）として抽出し、この部分について、見えている乗客のマップとデータベース上のマップでマッチングを行い、最も適合率の高いものを推定結果として採用する。

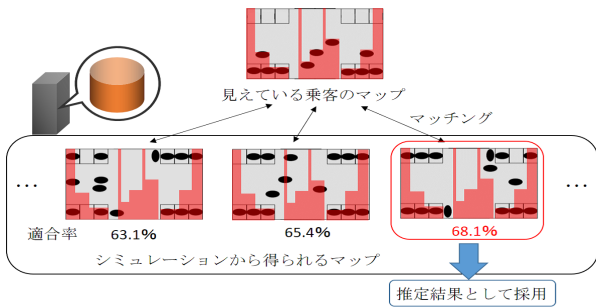


図 2: データベースを利用したマッチングの様子
3.3 可視化部

推定部で得られた推定マップを縦方向の画素列に分割し、各列について乗客が存在する領域の割合を算出する。その値を図3に示す色伝達関数に従って色に変換し、乗客の分布密度を可視化する。

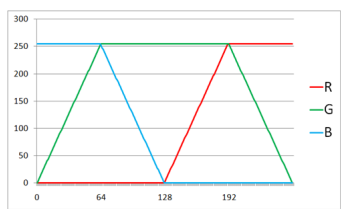


図 3: ヒートマップ作成に用いる色伝達関数

4 結果

本稿におけるシステムを、実測データに適用した結果を図4に示す。実測データは、観測地を東京急行電鉄日吉駅、時間帯を平日の正午前後、路線は東急東横線、方面・種別・位置を渋谷方面の急行列車、中間車両を対象として1回測定した。

実測データから直接作成したヒートマップと比較して、局所的に細かな差異が見られるが、大局的には混雑度が推定できている様子がわかる。

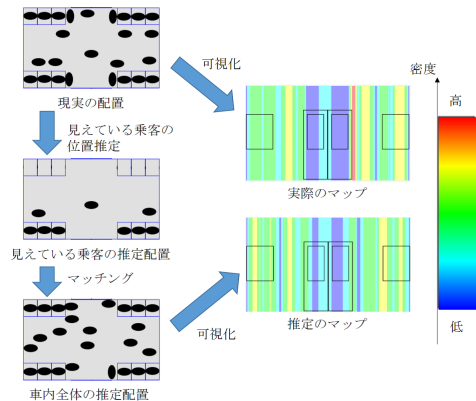


図 4: 実測と推定結果の比較

5 結論と今後の課題

本稿では、画像計測と乗客の行動モデルを用いた鉄道車両編成における混雑度の推定・可視化システムの基本提案と予備検討について報告した。本システムにより、奥行き方向の情報がない画像データからでも、鉄道車両編成における混雑度を推定できる可能性が示された。

今後の課題としては、画像処理部において、実機からのデータに耐えられる頑健な処理方法を導入すること、また、推定部において、乗客の行動モデルに基づく統計データの精度を上げるために、機械学習機構をシステムに導入することなどが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、平成25年度科研費挑戦的萌芽研究23650052の支援により実施された。

参考文献

- [1] 水野隆二, 轟朝幸: “路面電車における混雑予報 Web サイトによる情報提供システムの開発”, 平成19年度 日本大学理工学部社会交通工学科 卒業論文概要集, D-5, 2007.
- [2] 加藤浩徳: “都市鉄道の混雑率の測定方法”, 第3回 鉄道整備等基礎調査報告シンポジウム, 運輸政策研究機構, 2005.