

## マスク着用時でも人物同定が可能なバス混雑度推定システムの改良

梅本 克篤<sup>†1</sup> 池内 紀貴<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†1</sup> 松本 幸正<sup>†1</sup>  
<sup>†1</sup> 名城大学理工学部 <sup>†2</sup> 名城大学大学院理工学研究科

## 1 はじめに

COVID-19 感染症対策でマスク着用者が増加した他、バスの混雑度を可視化したサービスの需要が高まっている。この需要に応えるために、筆者らは混雑度の可視化に加えて、OD (Origin Destination) 情報を把握できるバス乗降者計測システムを提案してきた [1]。本稿では提案手法の詳細と、人物同定の精度について述べる。

## 2 従来システム

文献 [2] では、単一カメラを用いた混雑度計測システムを提案している。バス停に到着したことを GPS で判定、バス前方の天井に設置したカメラで人物検出と特徴量抽出を行う。抽出した特徴量と、バス停区間ごとの特徴量リストを比較することで、乗降者を識別する。乗降者識別により、現在のバス乗車人数と、OD 情報が把握できる。

しかし、バス前方にカメラを設置したため、バス後方の座席に座っている人物が前の座席などで隠れてしまい、人物領域が正しく認識できない事例があった。また、人物領域が認識できても、抽出できる特徴量が減少するため、別の人物を同一人物とカウントするなどの誤判定が増加し、検出精度と識別精度に課題がある。同時に、マスク着用による特徴量減少への対策が必要である。

## 3 提案手法

## 3.1 概要

文献 [3] では、マスクが人物特定アルゴリズムの識別精度に悪影響を与えていることを示している。そのため、マスク着用による顔特徴量の減少を補う目的で、着衣特徴量を用いた 2 重の人物同定アルゴリズムを提案する。同時に、計測対象をバス乗降中の人物に限定して、従来システムより効率的な乗降者識別を目指す。日本国内で用いられる公共バスは乗車口と降車口が分かれているケースが多い。これを利用して各乗降口にカメラを設置、映り込んだ人物のみを特徴量抽出することで乗降車中の人物のみに限定した特徴量抽出を行う。

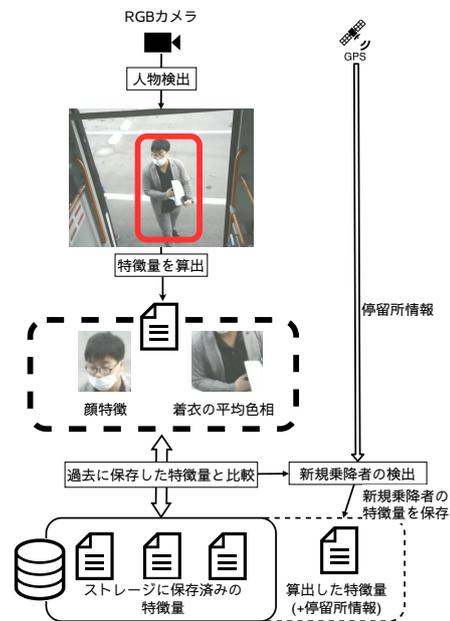


図1 新規乗降者検出の流れ

## 3.1.1 新規乗降者の計測

図2に新規乗降者計測処理の流れを示す。カメラに人物が映り込むと、人物検出して領域を取得する。人物領域から、その人物の特徴量として顔特徴量(埋め込み)と着衣特徴量(平均色相)を算出する。この時、プライバシー配慮の観点から、人物画像は保存せず特徴量のみを保存する。算出した特徴量を、ストレージに保存された特徴量と比較して、一致しなければ新規乗降者と判断、停車中の停留所情報とともにストレージに保存される。

## 3.1.2 混雑度推定と OD 生成

図2に混雑度推定と OD 生成の処理の流れを示す。新規乗降者計測処理で乗車口カメラで保存した特徴量を乗車人物、降車口カメラで保存した特徴量を降車人物と判断して特徴量を比較する。似た特徴量を同一人物のものと判断して、乗降者を人物同定する。特徴量の保存時に合わせて保存された停留所情報で OD 情報を生成し、降車済み人物の特徴量を削除する。削除されずに残った乗車人物の特徴量の数で、現在の混雑度を計測する。

## 4 実装および性能評価

## 4.1 実装

提案手法を以下の通りにプロトタイプに実装して性能評価した。人物検出器には YOLOv5 を用いた。学習済

## Improvement of Bus Congestion Estimating System Capable of Identifying Persons Even When Wearing Masks

Yoshiatsu Umemoto<sup>†1</sup>, Noriki ikeuchi<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†1</sup> and Yuki-masa Matsumoto<sup>†1</sup>

<sup>†1</sup> Faculty of Science and Technology, Meijo University

<sup>†2</sup> Graduate School of Science and Technology, Meijo University

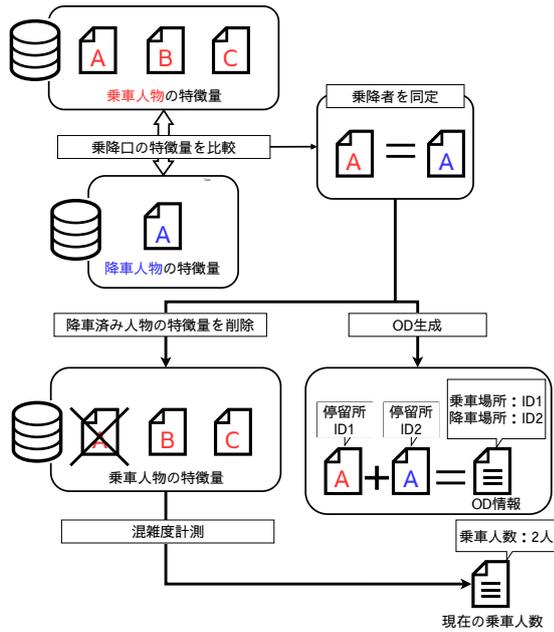


図2 混雑度推定とOD情報生成の流れ

みモデルはYOLOv5sを人物クラスのみ検出するように設定する。顔領域の検出と特徴量算出は顔認識ライブラリのFace RecognitionをCNNモデルで使用する。顔を検出すると、座標と顔特徴量(埋め込み)が算出される。出力した座標を引数として着衣の範囲を設定、OpenCVで領域内の色相を計算して着衣特徴量とする。新規乗降者判定は、顔特徴量と着衣特徴の両方が同定されたときに判定される。顔特徴量の同定は、距離が閾値0.6以下で最も近い人物を同定する。着衣特徴量は、値の差が設定された閾値以内で同定する。

## 4.2 実験環境

愛知県日進市内で運用される中型バスにカメラを設置して、乗降車する様子を撮影した。被験者の着衣は、実際にバスを利用する状況を再現するために普段着とし、マスクは全員なし、マスク着用者混在、全員着用の3パターンで撮影した。カメラは各乗降口を正面上から撮影できるように設置した。

## 4.3 評価

### 4.3.1 人物検出精度

各乗降口の映像とも、人物の重なりで確率値が低下する場面はあるが、乗降客で最も先頭に映る人物は閾値0.7以上で安定して人物検出できた。

### 4.3.2 特徴量抽出と新規乗降者判定

着衣特徴量の閾値を2.5%、5%、10%で設定して比較したところ、閾値2.5%では着衣を同定できないケースが多く、閾値10%では別人物を誤って同定するため適切ではない。閾値を5%に設定して処理したところ、表1のようになった。新規乗降者判定は顔特徴量のみで同定した時と比べ、マスク着用者を誤って同定することを

表1 新規乗降者判定数

| マスク差分 | 人数 | 顔検出者 |     | 新規乗降者判定 |     |
|-------|----|------|-----|---------|-----|
|       |    | 乗車口  | 降車口 | 乗車口     | 降車口 |
| 全員着用  | 8  | 4    | 5   | 7       | 8   |
| 着用者混在 | 9  | 5    | 5   | 12      | 4   |
| 全員なし  | 9  | 7    | 7   | 17      | 9   |

表2 OD生成の正誤

| マスク差分 | 新規乗降者判定 |     | ODの正誤 |   | OD情報 |
|-------|---------|-----|-------|---|------|
|       | 乗車口     | 降車口 | 正     | 誤 |      |
| 全員着用  | 7       | 8   | 2     | 2 | 4    |
| 着用者混在 | 12      | 4   | 6     | 4 | 10   |
| 全員なし  | 17      | 9   | 4     | 5 | 6    |

防ぐケースを確認した。しかし人物領域の重なりで、着衣領域に別人物が映り込むと新規乗降者として誤判定をするため、対策が必要である。

### 4.3.3 OD生成

特徴量の比較方法は新規乗降者判定と共通で顔特徴量の閾値は0.6、着衣特徴量は5%以内とする。処理結果は、表2のようになった。従来手法と異なり車内を常に人物検出する必要がなくなり、各乗降口に設置したカメラの映像でOD情報を生成することができた。しかし、OD生成の正答率が半分程度で改善が必要である。

## 5 まとめ

本稿では、従来システムの課題とマスク着用者の顔特徴量減少に対応したバス混雑度計測システムを提案し、実験を行った。実験結果から、混雑度推定とOD生成の精度向上には、バスの環境に適応した特徴量抽出と人物同定アルゴリズムの更なる改良が必要である。

## 参考文献

- [1] 梅本, 他: 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, Vol.2021, No.J4-3, 2021.
- [2] R. Takao, et al.: A Proposal for OD Data Estimation System of Bus Users with Intelligent Video Analysis and Its Application to Synerex, Proc. of IEEE ICCE 2021, 2021.
- [3] M. Ngan, et al.: Ongoing Face Recognition Vendor Test (FRVT), Part 6A: Face recognition accuracy with masks using pre-COVID-19 algorithms, NISTIR 8311, 2020.