

## 歩行者 OD 自動観測の実装に関する研究

広島大学 学生会員 ○松下 貴哉  
 広島大学 正会員 塚井 誠人

## 1. 背景・目的

起終点(Origin to Destination : OD)調査は、狭域の鉄道駅や商業施設の賑わい評価を目的とした歩行者流動にも用いられる。しかし、歩行者 OD は自動車のようにナンバープレートによる移動体識別ができないため、観測コストがかかる。近年、機械学習を利用した研究が、交通工学でも行われるようになって<sup>1)</sup>いるが、歩行者の回遊性を計測する調査手法の開発はまだ進んでいない。本研究では歩行者 OD の自動観測に対して、歩き方の特徴に基づいて映像に映る個人を識別する生体認証技術が応用する。このために本論文では3つの課題に取り組む。まず、画像解析によって複数台のカメラから撮像された人物の識別を目的とする Person Re-Identification に関する研究をレビューして、歩行者 OD 自動観測手法への応用可能性を検討する。また、昨年度開発した深層学習に基づく歩容認証(=OpenPose<sup>2)</sup>)によって個人を同定し、歩行者 OD 自動観測アルゴリズムについて、その性能を調査する研究を行う。最後に、民間企業の歩行者計測アルゴリズムを概説し、本手法と比較を行い今後の研究の方向性を検討する。

## 2. データ書式

Person Re-Identification(以下 ReID)は、まず人物 ID を割り当てた人物画像(ギャラリー)を学習させる。その後、新たに取得した動画の識別対象画像(プロブ)とギャラリー画像との類似度を計算して、同一人物の確率が高い順にランキングリストを取得するシステムである。なお類似度は画像から抽出した特徴量に基づいて算出する。人物同定の精度を向上させる研究は、分野別に特徴量の抽出方法に関する研究、抽出した特徴量を効率よく学習するためのメトリック学習に関する研究、人物検索精度の向上を目的としたランキングリストの最適化に関する研究

等に分類できる。また、その他の課題に対しても様々な研究がされており、主な構成要素別に8つに分類した先行研究<sup>3)</sup>を参考に海外文献<sup>37</sup>本を整理した。

## 3. Person Re-Identification

昨年度から開発を続けている歩容認証手法は、以下の手順により歩行者を同定する。まず、OpenPose より歩行者の18箇所の関節座標を CSV ファイルで取得する。OpenPose の使用例を Fig. 1 に示す。人物 ID が入れ替わるという問題があるため、手作業で首座標の距離がフレーム間で最も近い人物に同じ ID を割り当て<sup>4)</sup>、次に取得した関節座標をスケール変換(右大腿部の長さが1として全体を正規化)、位置補正(首座標を原点とする座標軸を採用)、欠損値の処理(時系列方向で隣り合う値で線形補完)を行う。ここで、鼻、両目、両耳の座標は歩容への影響が小さいため削除する。以上より、12箇所の x, y 座標(=24次元ベクトル)が得られる。識別・精度検証ではニューラルネットワークに処理を行った(=24次元ベクトルの)関節座標を学習データ、識別対象の歩行者をテストデータとすると、後者の前者リストに対してそれぞれの合致確率が得られる。以上により、異地点間で撮影した人物の同定ができれば、歩行者 OD が得られる。検証で使用する動画のパターンは、地点 A から地点 B へ a, b, c, d が1人ずつ歩くパターン4つと、a, b, c, d の4人が横並びで歩くパターンの5パターンである。フレームレートは30fps、解像度は1920×1080ピクセルである。OpenPose に入力するため、解像度を640×480ピクセルに変換する。合計サンプル数は、30fps×3秒強×4人=約400件である。

キーワード 歩行者 OD, 歩容認証, OpenPose

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819

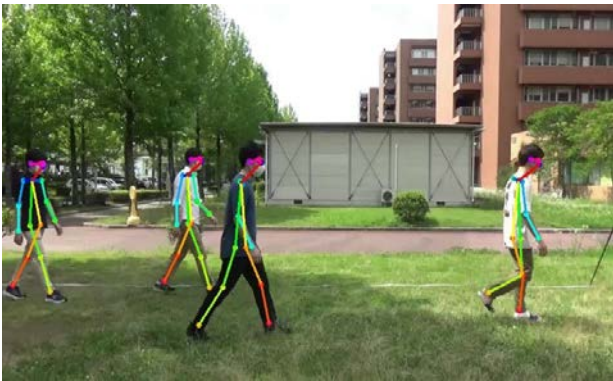


Fig. 1 OpenPose 使用例

Table. 1 精度検証

|      | 学習データ                          | 検証用データ                  | 精度    |
|------|--------------------------------|-------------------------|-------|
| 実験 1 | A 正面一人<br>(合計 400 サンプル)        | B 正面一人<br>(合計 400 サンプル) | 68.3% |
| 実験 2 | A 側面一人<br>(合計 400 サンプル)        | B 側面一人<br>(合計 400 サンプル) | 64.7% |
| 実験 3 | A 側面一人<br>(合計 400 サンプル)        | B 正面一人<br>(合計 400 サンプル) | 38.8% |
| 実験 4 | A 正面一人+A 側面一人<br>(合計 800 サンプル) | B 正面一人<br>(合計 400 サンプル) | 60.4% |
| 実験 5 | A 正面一人+A 正面四人<br>(合計 800 サンプル) | B 正面一人<br>(合計 400 サンプル) | 79.8% |

Table. 2 手法の比較

|          | 本手法  | MioPose2  |
|----------|--|---|
| ライブラリ    | OpenPose をベースとした tf-pose-estimation : 関節位置の学習済みモデル | 独自のライブラリ: 大量の人物ポーズと関節位置の学習済みモデル                           |
| 出力       | 人物の検出+関節座標(x,y)                                    | 人物の検出+関節位置  |
| 同定作業への入力 | ・IDの割り当て<br>・首を原点とした各関節への正規化 24 次元ベクトル             | ／出・入力の区別が不明   |
| 人物同定     | 学習 歩行一周期分の 24 次元ベクトル                               | 直前 5F 分の部位ごとと全身の類似度                                       |
| トラッキング   | テスト 1 フレームの 24 次元ベクトル                              | 最新 1 フレーム   |
| モデル      | Keras の深層学習モデル                                     | MioPose library<br>Mio Tracking original unique algorithm |
| 出力       | フレーム合致確率   | 総合類似度   |

被験者 1 人あたり 100 件以上のサンプルが得られた場合は時刻の早い順から 100 件を抽出した。

検証結果を Table.1 に示す。実験 1,2 において、撮影方向が学習データとテストデータで同じ場合は、正面、側面ともに 6 割から 7 割であった。実験 3 より、撮影方向が異なると昨年度と同様に精度が低下した。実験 4 において、実験 1 の学習データに側面から撮影したデータを加えて学習した結果、精度が 8 ポイント低下した。実験 5 では、

撮影方向の同じ学習データを加えた結果精度が 11 ポイント向上した。以上の結果を昨年度と比較すると、昨年度は若い男女と年寄りの男性で検証を行っており、今年度は全員が男性かつ 20 代前半であるため骨格が近く精度が全体的に低下している。また、学習データのサンプル数が少ないことによる同定精度への影響が大きい可能性があるため、学習データのサンプル数が増えれば、異なる方向から撮影されたデータが混在しても精度が上がるのか、さらに検証が必要である。

#### 4. 民間企業の歩行者計測アルゴリズムとの比較

2 つのアルゴリズムを概説する。一つ目は、物体検知アルゴリズムを用いた手法である。動画を入力して、人物の顔と全身を検出して、主に色情報から直前フレームと比較した類似度の高い人物をトラッキングするアルゴリズムである。二つ目は、大量の人物のポーズと関節位置がセットになったデータによる学習済みモデルを用いる手法である。動画を入力して、ポーズと関節位置を検出する。直前 5 フレームと比較した身体部位ごとと全身の類似度の高い人物をトラッキングする手法である。Table.2 に本手法と二つ目の手法の処理フローを示す。

#### 5. 得られた結果と今後の課題

ReID では、ある地点で撮影された人物をギャラリーとして学習させたのち、異なる地点で撮影された人物をプローブとして識別する手法であるが、歩行者 OD の観測では、全地点の撮像を一括で入力して、ギャラリーの一括学習が可能である。歩行者 OD の作成フローとして、ギャラリーを O、プローブを D とする方法と、特徴量をクラスタリングした後、位置と時刻を参照して作成する方法の 2 種類があることが分かった。教師なし学習でその精度を高める方法として、ReID の一部の開発技術が利用可能であることが分かった。

**参考文献**

- 1)坪井務・石坂哲宏・関弘翔・西脇大輔・D. Roy ・高橋聡：インドにおける深層学習を用いた混合交通車両検出技術，一般社団法人交通工学研究会，交通工学，Vol.56, No.1, pp.54-57, 2021
- Z. Cao, T. Simon, S. Wei, Y. Sheikh “Realtime multi person 2D pose estimation using part affinity field” , Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (CVPR2017) , pp. 7291-7299. 2017
- 3)M. Ye, “Deep Learning for Person Re-Identification: A Survey and Outlook”, in IEEE, 2021.
- 4)中島雅貴・小篠裕子・斎藤英雄：時系列情報を考慮した人体骨格追跡と評価，電子情報通信学会技術研究報告，117 巻，391 号，pp.267-270, 2018