

人物の姿勢に着目した白杖利用者検出に向けた検討

西田 尚樹*, 川西 康友, 出口 大輔, 井手 一郎, 村瀬 洋(名古屋大学),
朴 君 (日本電気株式会社)

A Study on the Detection of Users of White Cane Users focusing on Human Pose

Naoki Nishida*, Yasutomo Kawanishi, Daisuke Deguchi, Ichiro Ide, Hiroshi Murase (Nagoya University), Jun Piao (NEC Corporation)

1. はじめに

近年、視覚障がい者が駅ホームから線路へ転落する事故が後を絶たない。このような事故を避けるため、ホームドアなどの転落防止設備が設置されつつある。しかし、確実な事故防止には、人手による支援が不可欠であり、視覚障がい者の所在を把握し、早期に支援を行うサービスが求められている。このようなサービスの提供のためには、駅構内などに設置されている監視カメラ映像から視覚障がい者を検出することが考えられる。本研究では、視覚障がい者が視覚の補助として主に利用する白杖を監視カメラ映像の各フレームから検出することで、白杖を保持する視覚障がい者（白杖利用者）を検出することを目的とする。

画像から物体を検出する手法としては、HOG 特徴^[1]などの人手で設計された特徴量を利用したものや Faster R-CNN^[2]などの Deep Learning を利用したものなどがある。しかし、一般にこれらの手法は検出対象の物体を画像全体から探索することで実現されており、背景などからの誤検出が発生するという問題がある。特に、白杖は単純な棒状であるため、手すりや柱などの棒状の背景に対する誤検出を起こしやすい。しかし、白杖利用者は白杖を前方に向けて左右に振る動作を行うので、白杖の存在し得る範囲（存在範囲）は人物の手首より前方の一定の範囲となる。この存在範囲は人物の姿勢から推定できると考えられる。

そこで本発表では、人物の姿勢に着目することで背景からの誤検出を削減した白杖の検出手法を提案する。提案手法では、人物の姿勢から人物の体向きを推定し、それに基づいて白杖の存在範囲を設定することで、範囲外からの誤検出を削減する。

2. 提案手法

提案手法の流れを Fig.1 に示す。提案手法は、白杖の存在範囲を設定する処理と、白杖候補を検出する処理に分かれる。最後に、設定した白杖の存在範囲に基づいて、検出した白杖候補を絞り込むことで白杖を検出する。

最初に、白杖の存在範囲の設定の処理について述べる。まず、人物の姿勢推定手法である OpenPose^[3]により、入力画像中の各人物の関節点を検出する。OpenPose では、左右の区別された、手首などの 18 個の関節点を人物ごとに検出する。検出された関節点の位置関係に基づいて、各人物の体向き（前後左右 4 方向）を推定する。体向きの推定の流れを Fig.2 に示

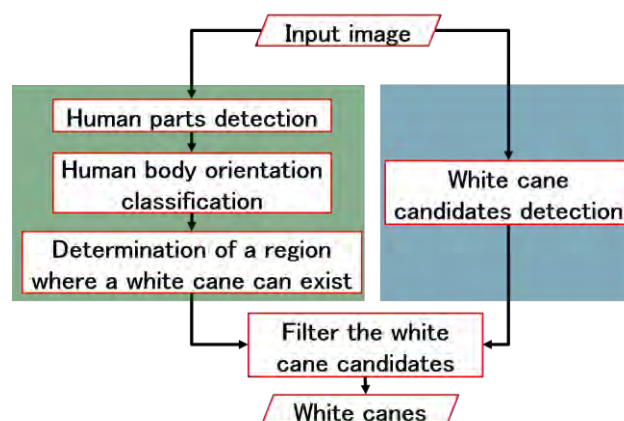


Fig.1. Process flow of the proposed method

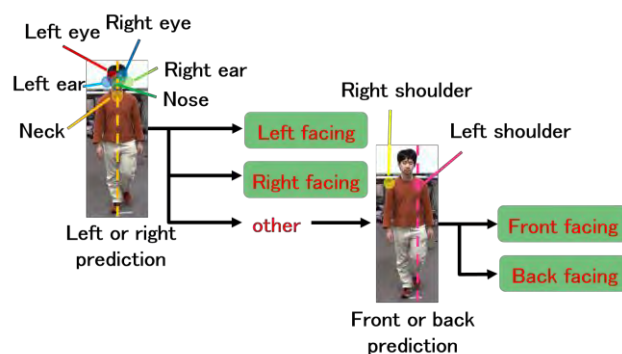


Fig.2. Process flow of the proposed human body orientation classification. In the first step, predict left or right by whether face parts are on the left or right of the neck. In the second step, predict front or back by whether the right shoulder is on the left or right of the left shoulder.

す。次に、推定した人物の体向きに応じた白杖の存在範囲を設定する。存在範囲は、人物の手首より前方を囲むような矩形とする。矩形の位置は、検出した手首の関節点を基準とする。人物が前・後向きの場合は、矩形の横幅の中心が手首の関節点となるようにする。一方、人物が左・右向きの場合は、矩形の右端・左端が手首の関節点となるようにする。また、

矩形の上端は常に手首の関節点となるようにする。矩形の大きさは、人物の持つ白杖の長さを基準とし、人物の向きに合わせて調整する。白杖の長さは、画像上の人物の大きさから推定する。

次に、白杖候補の検出の処理について述べる。白杖候補の検出には、精度と速度の両面で優れた物体検出手法であるYOLO^[4]を使用する。事前に白杖利用者を含んだ画像を用いて学習したYOLOを用いて、画像全体から白杖候補を示す矩形とその信頼度を算出する。

最後に、白杖候補の絞り込みの処理について述べる。白杖候補を示す矩形と白杖の存在範囲を示す矩形のIoUに応じて、白杖候補の信頼度に重みづけを行う。最終的な信頼度は、白杖候補の元の信頼度と2つの矩形のIoUの積となる。重みづけ後の信頼度がしきい値を超えている場合、その白杖候補を検出結果とする。白杖の存在範囲と全く重なっていない白杖候補は、重みづけにより信頼度が0となるので、これにより背景から検出された白杖候補は取り除かれる。

3. 実験及び考察

提案手法の有効性を確認するため、白杖検出の精度を評価する実験を行った。YOLOにより検出された白杖候補に対して、白杖の存在範囲を利用した重みづけを用いた提案手法とYOLOによる検出のみの従来手法とを比較した。

学習データには、屋内で撮影した単独の白杖利用者画像を用いた。評価時にはこれらの画像に加え、単独の所持物なしあるいは白い傘を所持した一般歩行者画像を用い、8分割交差検証により評価した。また、白杖候補の検出および白杖候補の絞り込みの際のしきい値は0.6とし、評価指標は再現率、適合率、F値、AUCの4種類とした。各所持物パターンでの画像枚数をTable 1に、実験結果をTable 2に示す。また、提案手法による検出結果例をFig.3に、提案手法により削減された誤検出の例をFig.4に示す。

実験の結果、適合率・F値・AUCにおいて提案手法の精度向上を確認した。再現率については精度は低下した。これは、提案手法での信頼度の重みづけでは、信頼度が増加することがなく、未検出が削減されることがないからである。また、今回使用したデータセットは屋内で撮影したため、背景が単純であった。そのため、比較手法においても、背景からの誤検出は発生しにくかったと考えられる。誤検出を起こしやすいような屋外などの複雑な背景のデータを用いた場合、より比較手法より精度が向上すると考えられる。

4. むすび

本発表では、人物の姿勢に着目することで背景からの誤検出を削減した白杖の検出手法について検討した。その結果、誤検出を削減しない従来手法よりも精度が向上し、提案手法の有効性を確認した。今後は学習データの拡張、人物の動きにも着目した手法などについて検討する。

White cane	White umbrella	None	Total
14,044	9,723	10,270	34,037

	Recall	Precision	F-measure	AUC
Proposal	0.8443	0.8408	0.8425	0.8776
Comparison	0.8575	0.8109	0.8331	0.8731

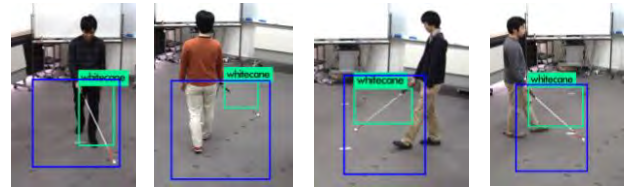


Fig.2. Examples of detection results. Green frames denotes detected white canes. Blue frames denotes regions where a white cane can exist

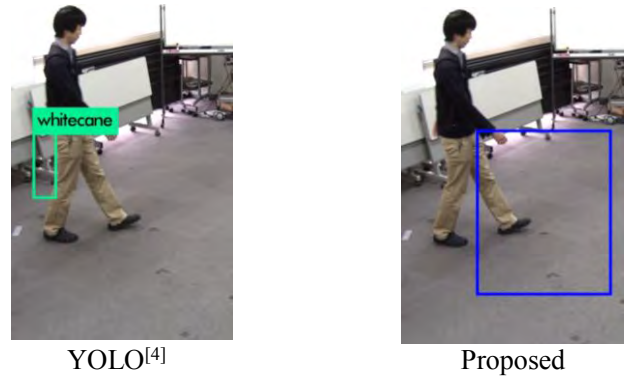


Fig.3. Example of a false detection which reduced by the proposed method. YOLO^[4] detected a background region as a white cane. However, the proposed method suppresses the false detection because the detected region is out of the region where a white cane can exist.

region proposal networks”, Advances in Neural Information Processing Systems 28, pp.91-99, Curran Associates, Dec. 2015.

[3] Z. Cao et al.: “Realtime multi-person 2D pose estimation using part affinity fields”, Proc. 2017 IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.7291-7299, July 2017.

[4] J. Redmon et al.: “You Only Look Once: Unified, real-time object detection”, Proc. 2016 IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.779-788, June 2016.

文 献

[1] N. Dalal and B. Triggs: “Histograms of oriented gradients for human detection”, Proc. 2005 IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, vol.1, pp.886-893, June 2005.
 [2] S. Ren et al.: “Faster R-CNN: Towards real-time object detection with