

畳み込みニューラルネットワークを用いた熱赤外線画像を対象とする人物動作解析

劉 亜儒 松井 解 景山 陽一 白井 光 石沢千佳子

秋田大学

1. 背景・目的

本学が設置されている秋田県は、2045年に人口が約60万人になることが予想されている“高齢化先進県”である^[1]。その中で、高齢歩行者が夜間に徘徊し、転倒や交通事故によって死亡するという事例が多く報告されている^[2]。したがって、夜間屋外環境下における人物の行動パターンを観察し、検知した人物の行動を車両運転手に通知することができれば、不慮の事故の軽減に寄与できると考える。

本研究グループではこれまでに、夜間屋外における熱赤外線カメラを用いたロバスト性の高い人物抽出法に関して検討を行っている^[3]。さらに、夜間屋外における熱赤外線カメラを用いた人物動作解析に関する基礎検討を行っている。しかしながら、対象とした屋外の環境や行動パターンが少ないため、夜間における人物動作解析に関する詳細な検討には至っていない。

そこで本稿では、熱赤外線カメラを用いて夜間における異なる照明条件および人物の行動パターンを新たに追加取得し、これらのデータと畳み込みニューラルネットワークを用いた人物の動作解析手法に関して検討を行った。

2. 使用データ

2.1 データ取得環境

夜間の屋外環境下における被験者を対象とし、熱赤外線カメラ(株式会社 D-eyes 製、「超高感度+遠赤外線」2in1 カメラ WCAM001-AU, 640×480 画素)を用いて2020年11月17日にデータを取得した(夜間温度9.20°C~12.70°C)。撮影距離は5.0m~15.0mである。なお、熱動画データは「秋田大学手形地区におけるヒトを対象とした研究に関する倫理規程第6条第2項」に基づいて、被験者の同意を得て取得した。

2.2 データ取得方法

被験者2名(20代男性・女性, イーストアジア人)を対象とし、以下に示す20種類のデータを取得した。

- ① 被験者がカメラから10m離れた場所で「正面、背面、右側面、ならびに左側面を向いて直立している状態」(4種類)

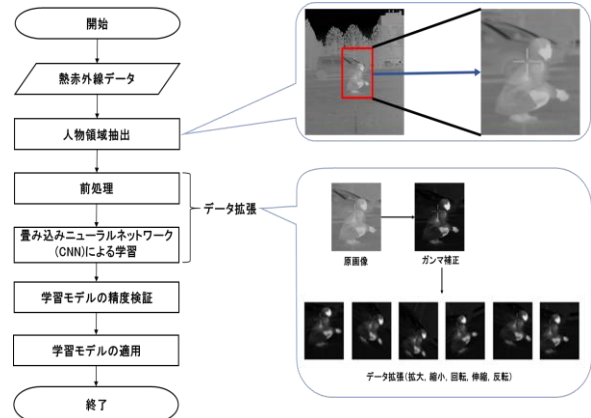


図1 提案手法の流れ

- ② 被験者がカメラから10m離れた場所で「正面、背面、右側面、ならびに左側面を向いてしゃがんでいる状態」(4種類)
- ③ 被験者がカメラから5m~15mの距離で「正面方向、ならびに背面方向に歩行している状態」(2種類)
- ④ 上記①, ②, ③のデータにおいて、被験者の横に「街灯がある状態」および「街灯がない状態」(2種類)

3. 提案手法

提案手法の流れを図1に示す。はじめに、HOG(Histograms of Oriented Gradients)特徴量^[4]に基づく人物抽出法^[3]を用いて、熱赤外線データにおける人物領域を抽出した。次に、人物の輪郭を明瞭にするため、前処理としてガンマ補正を用いた。その後、得られた人物領域データに対してデータ拡張(data augmentation)を施し、畳み込みニューラルネットワーク(以下、CNN)に基づく学習を行った。最後に、得られたモデルを用いて人物の状態(直立、しゃがみ、歩行)を判別した。

3.1 人物領域抽出

熱赤外線データにおける人物領域を抽出するため、HOG特徴量およびSVM(Support Vector Machine)^[5]を用いて人物抽出を行った。HOG特徴量は、画像スケールに対してロバストな人物抽出が可能になる特徴量である。人物領域抽出結果を図1右上に示す。また、取得した人物抽出領域は、3.2節に示す人物動作解析における学習データ(訓練データ, テストデータ)として用いた。

3.2 人物動作解析

3.2.1 概要

Human action analysis on infrared images using convolution neural network
Yaru Liu, Kai Matsui, Yoichi Kageyama, Hikaru Shirai, Chikako Ishizawa
Akita University

はじめに、人物の輪郭を明瞭にするため、前処理としてガンマ補正(ガンマ値:5.5~6.5, 0.1刻み)を施した。次に、ガンマ補正後の画像を訓練データとし、CNNによる学習を行った。なお、学習に用いたモデルは、VGG16ネットワーク^[6]に基づくネットワークモデルである。また、学習時には汎化性を向上させるため、データ拡張を行い、16800枚の画像を用いた。データ拡張とは、訓練データに対して回転、拡大、縮小などの画像処理を加えて類似画像を作成し、データ量を増加させる手法である。入力データの例を図1右下に示す。最後に、テストデータに学習モデルを適用し、分類精度を検証した。

3.2.2 CNNモデル

CNNは、コンピュータビジョンにおいて画像中のパターンや物体を認識するために最もよく利用されるニューラルネットワークの一つである。人物動作解析に用いたCNNモデルの概要を図2に示す。CNNモデルでは、入力画像(78×158pixel)に対して連続した畳み込み層(フィルタサイズ:3×3)を用いた。なお、畳み込み層の出力は3種類あり、それぞれ8、16、32と設定した。また、プーリング層はMaxプーリング(フィルタサイズ:2×2)を使用した。さらに、2層の全結合層の後、出力層において人物の行動状態を判別した。

4. 評価結果および考察

学習モデルの精度検証結果を図3に示す。なお、学習回数は100回とした。また、直立、しゃがみ、ならびに歩行状態のデータをテストデータとして、それぞれ7200枚ずつ用いた。テストデータの精度は、学習60回以降において、0.95以上を示した。この結果は、提案手法は夜間屋外環境下において人物が直立、しゃがみ、ならびに歩行している状態の判別が可能であることを示唆している。

判別結果と予測結果の比較を表1に示す。提案手法は、各状態において高い割合で判別した結果を得た。しかしながら、直立状態において歩行状態と誤判別するケースを認めた。これは、歩行時において人物の状態は直立状態と類似することに起因すると考える。しゃがみ状態においては、CNNにおける中間層で画像特徴量を抽出した際、直立状態、歩行状態における画像背景の特徴が類似し誤抽出する結果を得たと考える。

5. まとめ

本稿では、提案手法を用いた夜間屋外における人物動作状態(直立、しゃがみ、歩行)の判別に関して検討を行った。その結果、提案手法は夜間屋外環境下における人物の動作状態を判別可能であることを明らかにした。今後は、提案手法の汎用性向上を目的とし、(i)異なる天候条件やデータ取得時期、および(ii)被験者の付近に徐行運転車両を伴った場合などのパターンを検討対象に追加し、詳細な解析を実施する予定である。

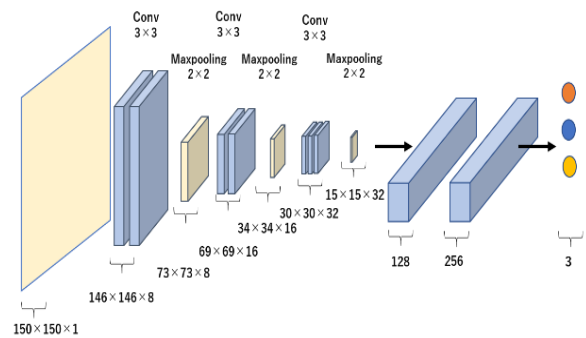


図2 CNNモデルの概要

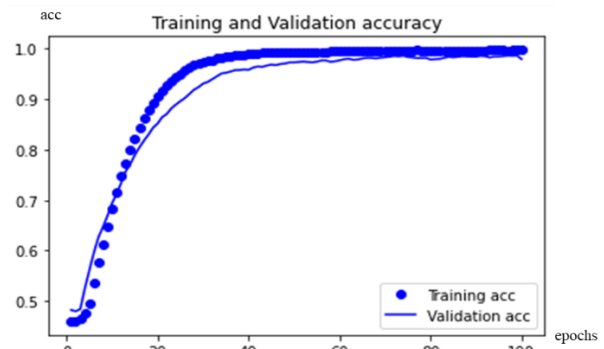


図3 訓練データおよびテストデータの精度

表1 判別結果と予測結果の比較

		判別結果		
		直立	しゃがみ	歩行
予測結果	直立	7064	0	136
	しゃがみ	27	7147	26
	走行	0	0	7200

6. 謝辞

本研究はスズキ財団科学技術研究助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口 http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson18/1kouhyo/gaiyo_a.pdf (Accessed:2021/01/07)
- [2] 警察庁：令和元年における交通死亡事故の発生状況等について、 https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R1shibou_bunseki.pdf (Accessed:2020/11/12)
- [3] 榎本愛, 松井解, 佐々木一音, 景山陽一, 白井光, 石沢千佳子(秋田大)：“熱赤外画像を対象とした夜間における人物抽出に関する検討”, 情報処理学会 第82回全国大会 (2020)
- [4] N. Dalal and B. Triggs: “Histograms of oriented gradients for human detection”, 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2005), Vol. 1, pp. 886–893 (2005)
- [5] V. Franc, and V. Hlavac: “Multi-class support vector machine”, Proceedings - International Conference on Pattern Recognition, Vol. 16, No. 2, pp. 236–239 (2002)
- [6] K. Simonyan and A. Zisserman: Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, 3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings (2015)