

## 熱赤外面像を対象とした夜間における人物抽出法に関する検討

榎本 愛 松井 解 佐々木 一音 景山 陽一 白井 光 石沢千佳子

秋田大学

## 1. 背景・目的

近年、65歳以上の高齢認知症患者の割合が増加し<sup>[1]</sup>、徘徊による行方不明や交通事故が報告されている<sup>[2]</sup>。特に、夜間は事故の危険性が一層高まる。このため、夜間屋外環境下における人物の行動パターンを観察し、認知症特有の行動を検知することは、不慮の事故防止に寄与できると考える。しかしながら、夜間において可視カメラを用いて人物を取得する場合、光源が必要不可欠である。また、実際の夜間屋外環境では、街灯や車両等の影響を受け、人物に照射される光量は大きく変動する。

そこで本研究では、夜間屋外環境下における人物の抽出およびその行動パターンの解析を目的とし、赤外線サーモグラフィカメラ(以下、熱赤外カメラと表記する)を用いて、ロバスト性の高い人物抽出法を提案する。

## 2. データ取得

## 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、熱赤外カメラ(日本アビオニクス製、InfReC R500EX-S<sup>[3]</sup>、640×480画素、30fps)を用いて熱動画像データを2019年11月12日に取得した。撮影距離は5.0m～15.0mである。なお、熱動画像データは「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1名(20代男性、イーストアジア人)を対象とし、以下に示す36種類のデータを取得した。

- ①被験者が「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)
- ②被験者が「正面方向、ならびに背面方向に歩行している状態」(2種類)
- ③上記①、②のデータに対し、「車両走行がある状態(正面方向、背面方向)」、「車両走行がない状態」(3種類、合計18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」、「街灯がない状態」(2種類、合計36種類)

なお、撮影状態③において、車両は被験者の横約1.8m～2.0mを徐行する。

## 3. 提案手法

提案手法の流れを図1に示す。

A study on human detection in nighttime using thermal infrared images

Mana Enomoto, Kai Matsui, Kazune Sasaki, Yoichi Kageyama, Hikaru Shirai, Chikako Ishizawa  
Akita University

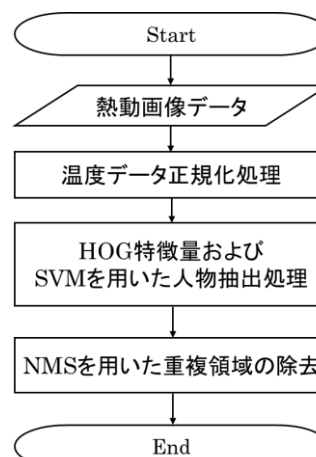


図1 提案手法の流れ



図2 人物抽出処理例

## 3.1 温度データ正規化処理

はじめに、取得した熱動画像データから、フレームごとの各画素の温度データを取得した。次に、各フレーム内の最高温度と最低温度に基づいて、0～255に正規化を行った。この正規化後の温度データを用いてグレースケール画像を作成し、人物抽出処理を行う。

## 3.2 人物抽出処理

本研究では、HOG(Histograms of Oriented Gradients)特徴量<sup>[4]</sup>とSVM(Support Vector Machine)<sup>[5]</sup>を用いて人物抽出を行った。HOG特徴量は、画像を一定画素数の区画に分割し、その区画内における画素間の輝度差および輝度勾配を用いて算出されるため、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。また、SVMはパターン識別用の教師あり機械学習法であり、本処理では人物か否かを判別する識別器として用いた。人物抽出処理の結果例を図2に示す。黒い矩形で囲まれた範囲が人物と判断された領域である。

## 3.3 重複矩形の除去処理

人物抽出処理を施した際、複数の処理結果において、矩形が重複して抽出される場合を認めた。これは人物の抽出精度に影響を与えるため、重複矩形を除去する必要がある。そこで、NMS(Non-

Maximum Suppression)<sup>[6]</sup>を用いて重複矩形を除去する処理を施す。NMS とは、同じクラスとして認識され、かつ重なった状態の領域を抑制するためのノイズ除去手法である。具体的には、2つの画像の重なり具合を示すIoU(Intersection Over Union)<sup>[7]</sup>を用いて、閾値よりもIoUが小さければ両方の領域を維持し、IoUが大きければ一方の領域を削除する。以上の処理により得られた結果例を図3に示す。

#### 4. 人物抽出精度の評価

##### 4.1 実験概要

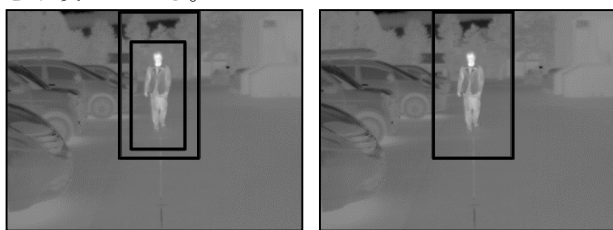
提案手法の有用性を検証するため、人物抽出精度を評価した。はじめに、取得した熱動画データに対して、フレームごとに手動で正解となる領域(以下、正解領域と表記する)を取得した。なお、正解領域は、被験者のつま先から頭部までの全身を覆う領域と定義している。次に、提案手法により抽出された領域(以下、抽出領域と表記する)および正解領域を用いて、複数の評価指標を算出した。

##### 4.2 評価指標

評価に用いる領域の区別を図4に示す。正解領域と抽出領域の重複の割合を評価するため、データ取得方法の各パターンに対してこれらの領域の適合率および再現率を用いて、F値(F-measure)<sup>[8]</sup>およびIoUを算出した。

#### 5. 評価結果および考察

被験者が正面方向および背面方向に歩行しているデータを対象とし、提案手法により得られた人物抽出の評価結果を表1にまとめる。再現率は車両の有無に関わらず、0.990以上を示した。このことは、人物歩行時のデータにおいて、正解領域が抽出領域に包含されていることを示している。したがって、提案手法は夜間における人物抽出が可能であることを示唆している。



(a)適用前 (b)適用後  
図3 重複矩形除去処理結果例

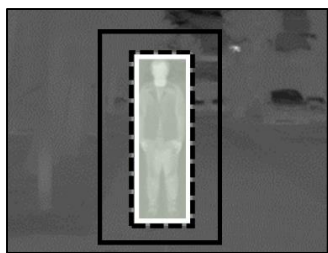


図4 各領域例(黒破線:正解領域(FN)、黒線:抽出領域(FP)、白線:共通領域(TP))

表1 人物抽出精度(平均値)  
(a) 街灯あり、正面方向に歩行

車両	適合率	再現率	f 値	IoU
なし	0.496	0.994	0.654	0.493
正面方向	0.482	1.000	0.649	0.482
背面方向	0.499	0.997	0.662	0.497

(b) 街灯あり、背面方向に歩行

車両	適合率	再現率	f 値	IoU
なし	0.473	0.993	0.635	0.471
正面方向	0.471	0.997	0.634	0.470
背面方向	0.470	0.999	0.636	0.469

(c) 街灯なし、正面方向に歩行

車両	適合率	再現率	f 値	IoU
なし	0.542	0.996	0.698	0.540
正面方向	0.454	0.996	0.608	0.452
背面方向	0.461	0.991	0.612	0.457

(d) 街灯なし、背面方向に歩行

車両	適合率	再現率	f 値	IoU
なし	0.459	0.995	0.623	0.457
正面方向	0.401	1.000	0.560	0.401
背面方向	0.419	0.996	0.577	0.417

#### 参考文献

- [1]内閣府：“平成29年度版高齢社会白書 第1章 高齢化の状況(第2節3)”，[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/gaiyou/s1\\_2\\_3.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/gaiyou/s1_2_3.html) (Accessed: 2019/12/12)
- [2]LIFULL 介護：“認知症による徘徊—その原因と対応方法”，<https://kaigo.homes.co.jp/manual/dementia/symptom/haikai/> (Accessed: 2019/12/12)
- [3]日本アビオニクス株式会社：“赤外線サーモグラフィトップ”，<http://www.avio.co.jp/products/infrared/> (Accessed: 2019/12/23)
- [4]Dalal,Triggs：“Histograms of oriented gradients for human detection”，2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR'05),Vol. 1, pp. 886-893(2005)
- [5]V.N.Vapnik, “Statistical Learning Theory”, Wiley, New York (1998)
- [6]Ross Girshick：“Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation”, arXiv: 1311.2524 (2014)
- [7]藤田一弥, 高橋歩, 「*実装ディープラーニング*」, オーム社, p.153 (2016)
- [8]Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville 「*DEEP LEARNING 深層学習*」, 株式会社ドワンゴ, p.307 (2018)