

# AI を活用したサーモ画像を利用する離床検知の研究

松浦 晋\*

## Research on getting out of bed using thermal images using AI

Shin MATSUURA

### 1. はじめに

少子高齢化の進展に伴い、今後、わが国の生産年齢人口は減少し、各産業における深刻な労働力不足を招く可能性がある。こうした趨勢は、高齢化に伴って需要が増加することが見込まれる介護サービス分野において顕著であるが、介護サービス分野における労働力不足等による介護サービス不足は早急な対応が必要であり、介護機器・IT等を活用した介護サービスの質・生産性の向上が求められている。

本研究では、介護施設の入居者の定期的な状態確認を行うために、サーモ画像を用いた離床検知システムの検討を行った。サーモアレイスンサによるサーモ画像は、光学カメラ画像とは違って温度分布のみの情報であるため、入居者の一定のプライバシーが守られる。また夜間においても使用できるメリットもある。

### 2. 実験方法

本実験ではサーモ画像を使用して、AIによる離床検知を行うことを目的とした。サーモ画像からニューラルネットワークを使用して学習データを作成し、未知の画像を3種類のラベルのいずれかに判別を行った。3種類のラベルは「仰臥位」、「座位」、「人物不在」とした。

#### 2.1 サーモ画像撮影システム

図1に示すように、人物の全身を撮影した。サーモアレイスンサは高さ1m、ベッドから2m離れた位置に設置し、横方向から人物を撮影した。

実験使用機器は以下のとおりとした。

- ・サーモアレイスンサ  
ハイマン社 HTPA32×32d
- ・サーモアレソフト  
Haimann Sensor HTPA Arraysoft v.1.28



図1 サーモ画像撮影システム

#### 2.2 サーモ画像の撮影

ベッド上の人物を「仰臥位」「座位」「人物不在」の3つの姿勢に変えながら、サーモ画像を撮影した。画像はJPEG形式(縦600×横600画素)で各姿勢100枚ずつ撮影した。図2に3つの姿勢で撮影したサーモ画像の一部を示す。

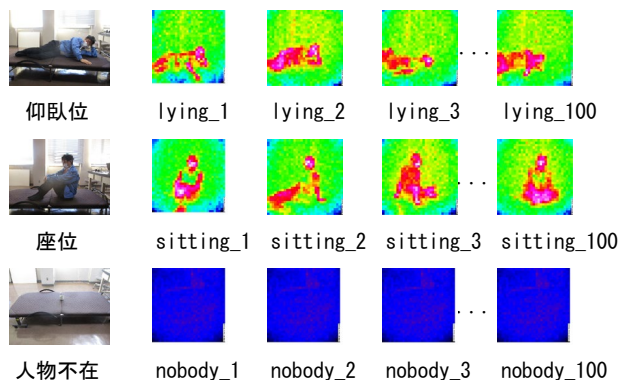


図2 3つの姿勢で撮影したサーモ画像

\* 電子機械研究課

なお、サーモ画像の色合いは、図3に示すように、最大値 35 °C、最小値 15 °Cの設定値で温度ラベルを作成した。色相は低温から高温に向かって、黒、藍、青、水色、緑、黄緑、黄、橙、赤、桃、紫、白となる。

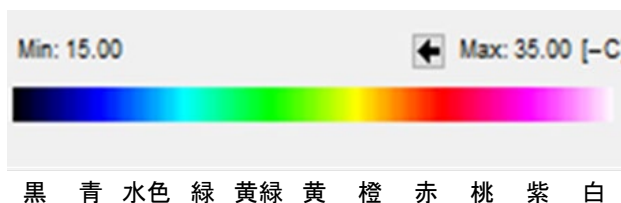


図3 サーモ画像温度ラベル

### 2.3 サーモ画像の前処理

図4に示すように、ニューラルネットワークによる学習データの認識精度を高めるために、サーモ画像から人物のみを抽出した後に、赤緑青の3色の画像に分割する前処理を行った。

なお、人物の抽出には画像を HSV 色空間に変換して、0~15°及び 300~359°の部分のみを抽出した。

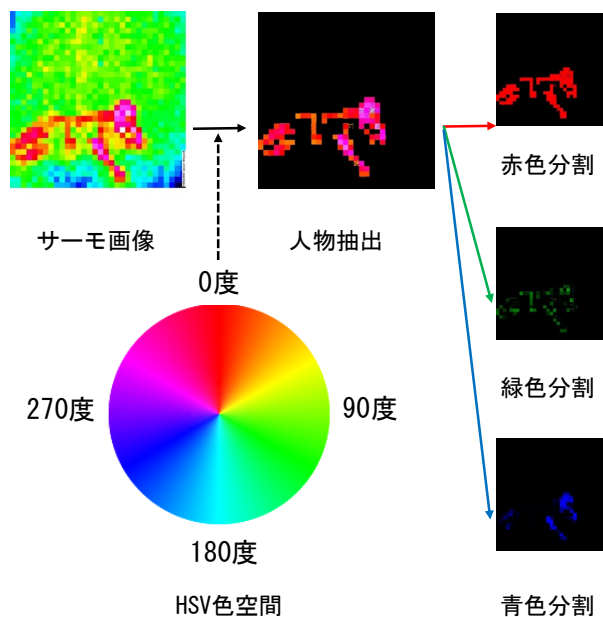


図4 サーモ画像前処理

### 2.4 ニューラルネットワークによる学習データの作成

図5に示すように、三色に分割したサーモ画像の各座標の輝度データを入力層として、仰臥位、座位、人物不在を出力層とするニューラルネットワークを設計して、学習データの作成を行った。

なお、プログラムの開発環境及びニューラルネットワークのハイパーパラメータは以下のとおりとした。

開発環境

- ①開発環境ソフトウェア Spyder4.0
- ②プログラミング言語 Python3.7
- ③入力画像枚数 5,400 枚  
※3つの姿勢の各100枚を-20度から+20度まで5度ずつ回転させ9倍にして、さらに反転画像も加えて18倍に増強
- ④入力画像画素数 縦75×横75画素  
※縦600×横600画素を圧縮
- ⑤学習データ形式 HDF5  
ハイパーパラメータ
- ⑥ニューラルネットワーク方式 3層パーセプトロン
- ⑦入力層数 16,875  
※縦75×横75画素×赤緑青3色
- ⑧中間層数 64
- ⑨出力層数 3  
※仰臥位、座位、人物不在
- ⑩活性化関数 (入力層→中間層) relu 関数
- ⑪活性化関数 (中間層→出力層) softmax 関数
- ⑫損失関数 sparse\_categorical\_crossentropy

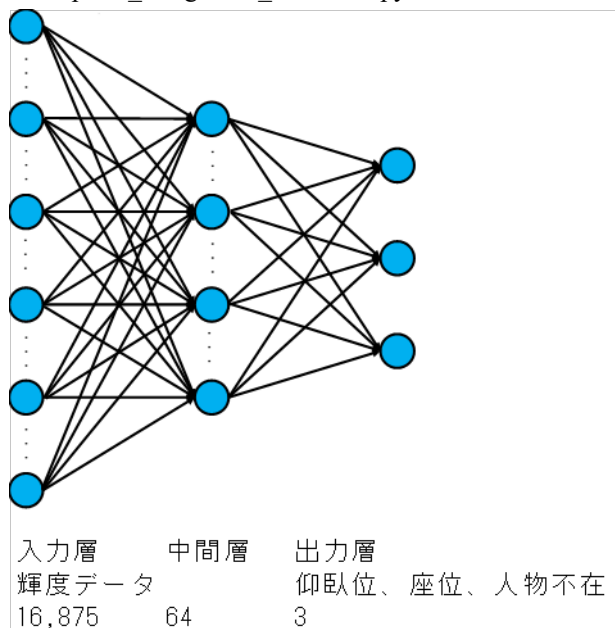


図5 ニューラルネットワーク設計図

## 2.5 学習データを使用した未知の画像の判別

前項で作成した学習データを使用して、未知の画像について3つの姿勢（仰臥位、座位、人物不在）のいずれかに判別するプログラムを作成した。本プログラムにより3つの姿勢の画像各5枚を判別させた結果を表1に示す。

15枚の画像全てにおいてプログラムの回答は正解であり、精度については99%が9枚（60%）、98%が5枚（33%）、96%が1枚（7%）であり、15枚の平均精度は98.5%であった。

テスト画像	プログラム回答及び精度	正誤判定
仰臥位 1	仰臥位 (99%)	○
仰臥位 2	仰臥位 (99%)	○
仰臥位 3	仰臥位 (99%)	○
仰臥位 4	仰臥位 (99%)	○
仰臥位 5	仰臥位 (99%)	○
座位 1	座位 (99%)	○
座位 2	座位 (96%)	○
座位 3	座位 (99%)	○
座位 4	座位 (99%)	○
座位 5	座位 (99%)	○
人物不在 1	人物不在 (98%)	○
人物不在 2	人物不在 (98%)	○
人物不在 3	人物不在 (98%)	○
人物不在 4	人物不在 (98%)	○
人物不在 5	人物不在 (98%)	○

表1 学習データを使用した未知の画像の判別結果

## 2.6 高温物質等の外乱の評価

サーモアレイセンサは外乱光の影響は受けないが、熱に対しては大きく影響を受ける。撮影画像に高温の物質が写り込むと、サーモ画像に映る人物が曖昧になって画像認識が難しくなる。そのため本実験では高温物質が写り込んでいる画像が認識できるかどうか、作成したプログラムを使用して検証を行

った。

高温物質が写り込んでいる画像については「仰臥位」「座位」「人物不在」の姿勢の人物と50℃のお湯が入った湯呑みが一緒に映っている画像を各1枚使用した。図6に撮影した3枚の画像を示す。

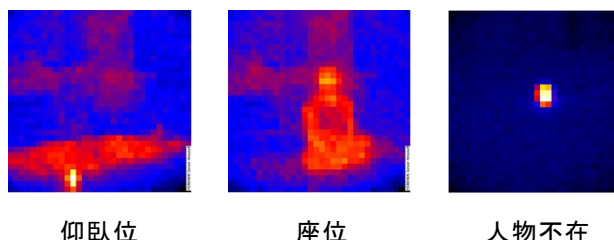


図6 高温物質が写り込んだサーモ画像

表2に作成したプログラムにより3枚の画像を判別させた結果を示す。3枚の画像全てにおいてプログラムの回答は正解であり、認識精度については、仰臥位は94%、座位は99%、人物不在は97%であり、3枚の平均は96.7%であった。

テスト画像	プログラム回答及び精度	正誤判定
仰臥位 1	仰臥位 (94%)	○
座位 1	座位 (99%)	○
人物不在 1	人物不在 (97%)	○

表2 高温物質が写り込んだ画像の判別結果

## 3. おわりに

サーモ画像を3つのラベルからいずれかに判別するプログラムの平均認識精度は平均98.5%であり、AIによる離床検知を行うことができた。しかしながら、高温物質が写り込んだ画像の平均認識精度は96.7%と低下した。AIは作成した学習データを基にして画像認識を行うため、ノイズの入った学習していない画像に対しては認識精度が低下する。

実際に介護施設で使用する際には、部屋の温度を一定にすることや、直射日光で室内の物質の温度が上昇しないことや、室内の高温物質が画像に写り込まないようにサーモアレイの設置位置の工夫が求められる。