

ニューラルネットワークを用いた院内用リアルタイム 起床検知用挙動識別システムの開発に関する研究

竹田 史章* 白石 優旗 佐藤 公信
佐伯 欣洋 池田 理恵

高知工科大学工学部
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

E-mail: * takeda.fumiaki @ kochi-tech.ac.jp

*高知工科大学工学部 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

要約：高齢者の多くはその動作が緩慢である。病院内や福祉施設において快適な日常生活を送るため、常に高齢者を介護する必要性が発生しつつある。しかし、介護者が長時間高齢者を介護することは難しい。そこで、画像識別システムを用いることで高齢者の行動をモニタするシステムを開発する必要性が要求されている。本研究では、人間の主な動作の1つである「寝る・起きる」という行為をニューラルネットワーク（NN）を用いて検知を行うシステムを構築する。また、その識別能力について検証を行う。

Abstract : Almost of senior parson's behavior are slow. It is necessary to always take care of senior parsons so that they live a comfortable daily life in the hospital or nursing home. However, it is difficult that the nurse care for the senior parsons for a long time. It is also necessary to develop a system that monitors senior parson's behavior using an image recognition system. A system that detects sensor parson's behavior using a neural network (NN) is proposed by the behavior of "sleeping and awaking", two of the main behavior of person. Additionally, we are testing the recognition ability.

1. はじめに

近年、高齢者数は増加の傾向にある。病院内や福祉施設において快適な日常生活を送るため、常に高齢者を介護する必要がある。しかし、介護者が長時間高齢者を介護することは、難しい。そこで、この問題の解決を図るため、本研究では、画像を用いて、高齢者のベッドでの行動を検知することを目的とし、起床検知用挙動

識別システムの開発を行う。提案システムは、検知対象者を Universal Serial Bus (USB) カメラによって撮像する。次に、非線形識別能力を有し、汎化能力が必要とされる認識分野で、その有用性が示されている Neural Network (NN) [1] - [5]を用い、検知対象者の「就床」および「起床」行動の検知を行う。

本論文では、起床検知用挙動識別システムの

提案を行う。提案システムの筐体の設計および製作を行い、暗所における撮像および撮像範囲能力について検証を行い、使用する USB カメラの選定を行う。また、選定した USB カメラを用いて、提案システムの検知率を検証する。

2. システム概要

起床検知用挙動識別システムの撮像環境を図1に示す。提案システムの検知における動作フローを示す。1) 検知対象者の「就床」から「起床」に移動する状態を USB カメラによって1秒ごとに1枚、撮像する。2) NNに入力する前処理として、画像を入力に適したデータに変換する。3) 変換したデータを用いて、検知を行う。

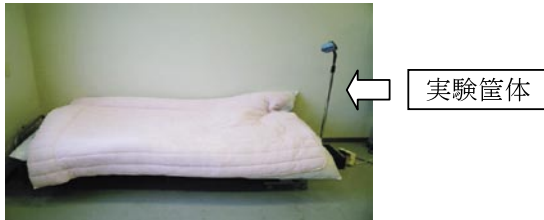
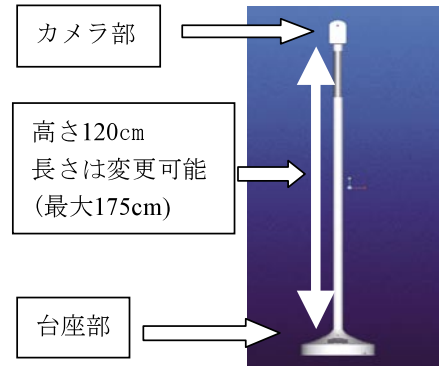


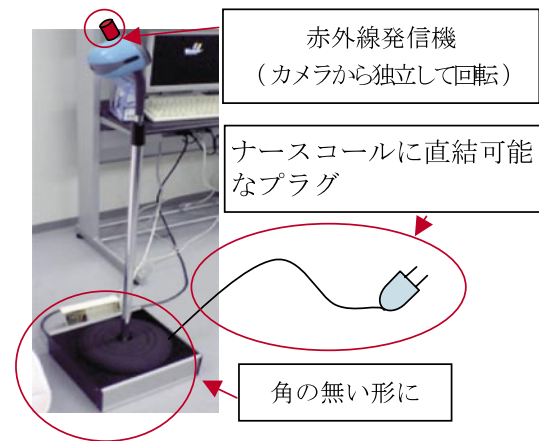
図1 撮像環境

2.1 ハードウェア

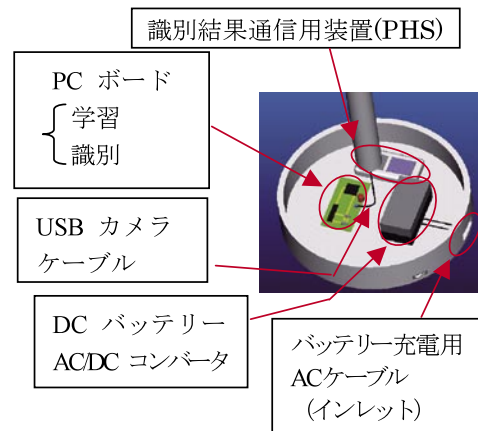
実験筐体を図2に示す。実験筐体の構成を説明する。実験筐体はカメラ部、台座部で構成される。カメラ部には、USB カメラを装着する。台座部は、省スペースへの設置を考慮する。そのため、図2に示す筐体単体にて、検知を行う必要がある。そこで、台座部に Personal Computer (PC) を格納する。



(a) 実験筐体 1



(b) 実験筐体 2



(c) 台座部内図

図2 実験筐体

2.2 ソフトウェア

検知被験者の「就床」から「起床」に移動する状態を撮像する。撮像には、実験筐体に取り付けた USB カメラを用いる。その後、撮像した画像を NN に入力するためのデータ（スラブ値）として、画像を変換する。その変換処理フローは、撮像した画像の縦を 10 ブロックおよび横を 20 ブロックの計 200 ブロックに分割す

る。次に、2値化のモザイク画像に変換する。変換したモザイク画像は、各ブロックに対して、黒なら「0」白なら「1」の値とし、それをNNに入力するスラブ値とする。

検知判定は、NNの最大発火値のパターンとする。NNに入力するスラブ値が200ブロックあることより、NNの構成は入力層細胞数を200、中間層細胞数30および出力層細胞数を5とし、「就床」および「起床」の5パターンを出力する。図3に識別フローを示す。図4にNNの構成図を示す。図5にシステムの動作画面を示す。

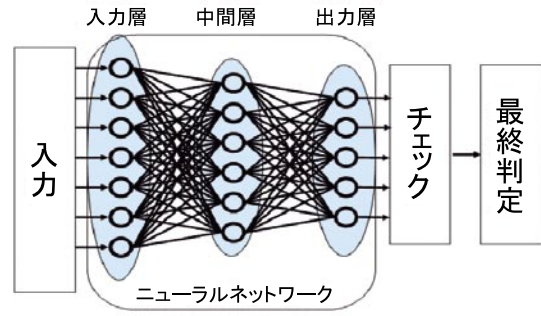


図4 NNの構成図

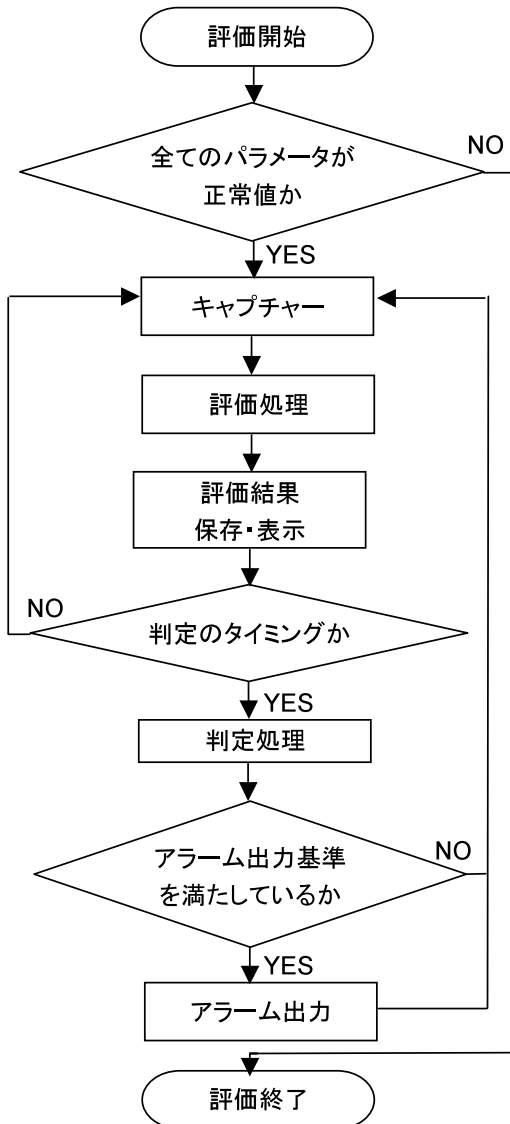
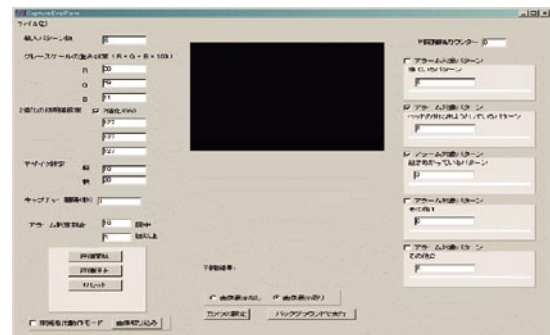
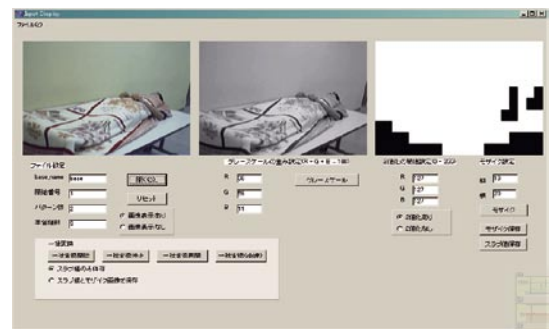


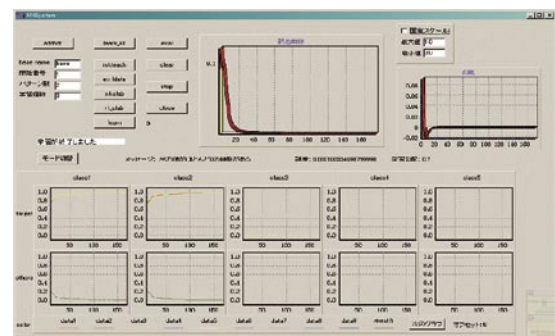
図3 識別フロー



(a) オンライン評価・画像採取画面



(b) ニューロ学習用データへの変換画面



(c) NNによる学習画面

図5 システムの動作画面

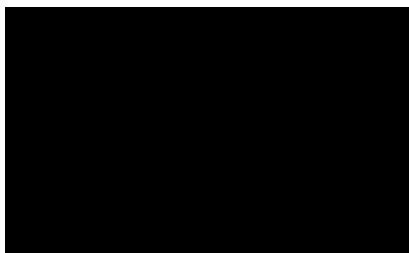
3. 暗所におけるカメラの検討

本章では、暗所でも使用可能なシステムを構築するため、暗所でのUSBカメラの基本性能の検証を行う。暗所を再現した環境において、

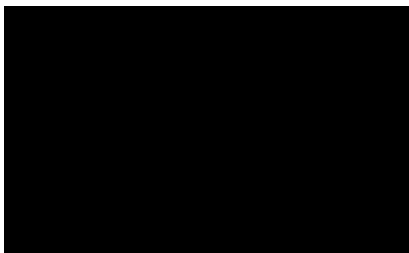
以下の3台のUSBカメラを用いて、暗所画像を撮像および比較を行う。

- カメラ1 VGA WEB CAM(C-MOSカメラ)
- カメラ2 ELECOM U CAM-C1C30SV (CCDカメラ)
- カメラ3 Logitech QuickCam for Notebooks Pro [QV-700N] (CCDカメラ)

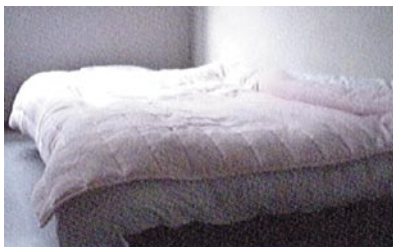
成功条件としては、ベッドがはっきりと目視できることとする。カメラ1およびカメラ2、カメラ3での撮像結果を図6に示す。カメラ1により撮像した画像(図6(a))およびカメラ2により撮像した画像(図6(b))からは、ベッドを確認できなかった。カメラ3により撮像した画像(図6(c))からは、ベッドをはっきり確認することができた。



(a) カメラ1



(b) カメラ2



(c) カメラ3

図6 撮像結果

この結果より、暗所で目視可能な画像を撮像するには、カメラ3以上の撮像能力を有する

USBカメラを用いる必要がある。

4. 視野角におけるカメラの検討

本章では、検知対象者がベッドから落ちる可能性があるためベッドおよび床を広範囲に撮像する必要がある。そのため、視野角の違いにおける撮像画像の影響の検証を行う。USBカメラの高さを床から120cmおよび175cmにした場合に以下の2つのUSBカメラを用いて、撮像画像の影響および比較を行う。また、この際、筐体をベッドの足下に置いた場合およびベッドの足下より50cm離して置いた場合についても検証を行う。カメラ3(視野角42°)およびカメラ4(視野角76°)を用いる。ここで、カメラ4は暗所におけるカメラの検討の検証結果から、カメラ3とそれと同等の撮像能力を持つCCDカメラとする。また、図7には、ベッドの足下に筐体を設置した場合の実験風景を示す。図8にはベッドの足下より50cm離れた場所に筐体を設置した場合の実験風景を示す。表1に、撮像画像結果を示す。高さを175cmにした場合は両カメラとも上から見下ろす撮像となった。

この結果より、広範囲に撮像するには、カメラ4以上の視野角を有するUSBカメラを用いる必要がある。



図7 撮影状況



図8 撮影状況

表1 撮像結果

| 筐体設置場所 | カメラ種別 | 高さ 120cm | 高さ 175cm |
|-------------|-------|---------------------|-------------------------------|
| | | ベッド足下 | カメラ3 120cm (図9(a)参照) |
| | カメラ4 | 120cm (図10(a)参照) | 150cm×180cm (図10(b)・(c)参照) |
| ベッド足下から50cm | カメラ3 | 160cm (図11(a)参照) | 160cm×220cm (図11(b)・(c)参照) |
| | カメラ4 | 160cm (図12(a)参照) | 180cm×180cm (図12(b)・(c)参照) |

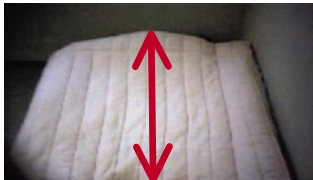


(a) カメラ3で撮影



(b) カメラ4で撮影(横) (c) カメラ4で撮影(縦)

図9 カメラの高さ120cm



(a) カメラ3で撮影



(b) カメラ4で撮影(横) (c) カメラ4で撮影(縦)

図10 カメラの高さ175cm



(a) カメラ3で撮影

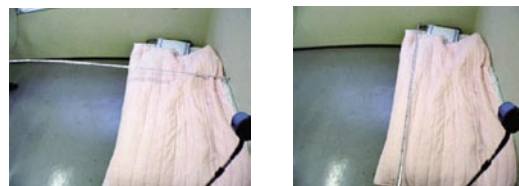


(b) カメラ4で撮影(横) (c) カメラ4で撮影(縦)

図11 カメラの高さ120cm



(a) カメラ3で撮影



(b) カメラ4で撮影(横) (c) カメラ4で撮影(縦)

図12 カメラの高さ175cm

5. 提案システムの検知実験

提案システムにおいて、検知対象者の「就床」および「起床」の行動の検知能力を実験する。カメラ4を使用し、「就床」および「起床」までの5パターンを撮像する。図13に「就床」「起床途中」「起床」「落下途中」「落下」のそれぞれの状態の撮像画像を示す。各パターンには、6種類の対象者の状態を含む。各パターン1状態につき20枚、計120枚撮像する。また、検知対象者は、対象者(a,b)2名とする。表2に、対象者の状態を示す。

対象者の各パターンの各状態画像を5枚の計30枚をNNを用いて学習する。未学習の90枚を加えた。計120枚に対して検知を行う。表3に、検知実験結果を示す。

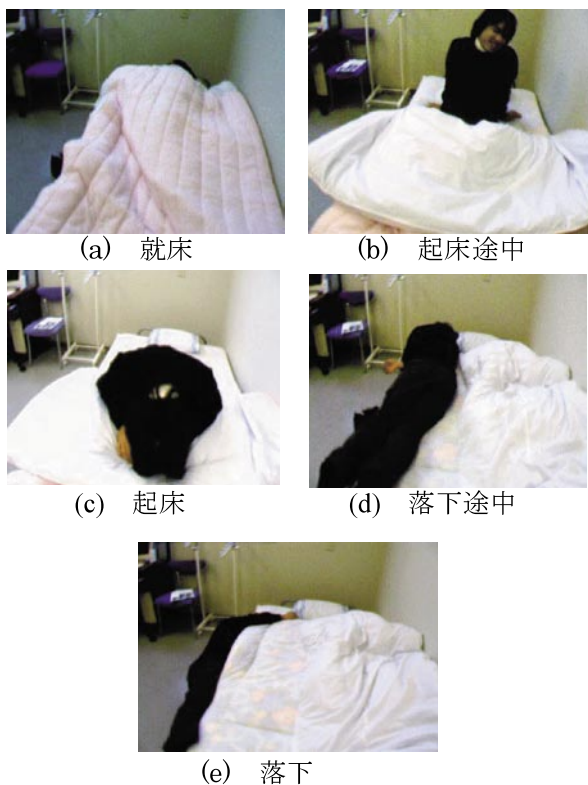


図13 「就床」および「起床」までの撮像画像

表2 対象者の状態

| 検知被験者 a (男性) | 検知被験者 b (女性) | 検知被験者 b (女性) |
|-----------------|-----------------|------------------|
| 黒服着用 | 黒服着用 (髪を結ぶ) | 黒服着用 (髪を結ばない) |
| 白服着用 | 白服着用 (髪を結ぶ) | 白服着用 (髪を結ばない) |

表3 検知実験結果

| | 学習済み (検知成功率/母数) | 未学習 (検知成功率/母数) |
|------|--------------------|--------------------|
| 就 床 | 100% (30/30) | 100% (90/90) |
| 起床途中 | 100% (30/30) | 100% (90/90) |
| 起 床 | 100% (30/30) | 80% (72/90) |
| 落下途中 | 100% (30/30) | 83% (75/90) |
| 落 下 | 100% (30/30) | 100% (90/90) |
| 平 均 | 100% (150/150) | 92.6% (507/540) |

表3の結果より、学習済の検知成功率では、100%を示した。しかし、未学習の画像に対する検知成功率は、平均92.6%であった。これは、「就床」と似た画像が「起床」および「落下途中」

に含まれたことにより、検知成功率が低下したものと考えられる。実験の結果、対象者の「就床」および「起床」の行動においては、学習済および未学習の検知成功率は共に80%以上を示した。以上の結果より、提案システムは、検知対象者の「就床」および「起床」行動の検知を実用化レベル(80%以上)で行うことが確認できた。

6. 今後の課題

今後の課題として、提案システムの実用化に向けて、医療施設での検証試験を行う。また、介護者に影響を与えないために筐体の台座部の小型化およびバッテリーのみの電源において長時間駆動を行う必要がある。そこで、低電力駆動であり、低発熱量であるために強制冷却装置を必要としないDSPボード[6]に、提案システムの移植を行う予定である。

7. まとめ

本論文では、NNを用いたリアルタイム起床検知用挙動識別システムの提案を行い、提案システムの筐体の設計および製作を行った。暗所でのUSBカメラの基本性能および視野角の違いにおける撮像画像の影響について、検証を実施した。また、選定したUSBカメラを用いて、検知対象者の行動検知を行う実験を行った。実験結果より、提案システムは実用化レベルで有効であることを示した。

参考文献

- [1] 長友克介, 竹田史章, “ニューラルネットワークを用いた落下米監査システムの開発”, 電気学会研究会資料産業計測制御学会研究発表講演会講演論文集, pp53-58, 2003.7
- [2] 竹田史章, 猿渡勇, “ニューラルネットワークを用いたいりこ選別システムの開発”, 日本ファジィ学会第14回イン

- テリジェント・システム・シンポジウム,
pp77-79, 2004.10
- [3] 實近威雄, 竹田史章, “ニューラルネットワークを用いたアラーム音識別システムの開発”, 第 50 回システム制御情報学会研究発表講演会, p333-334, 2005.5
- [4] 孫柏青, 竹田史章, “Application of a Neural Network with Gaussian Function on Currency Recognition System”, 6th The Society of instrument and Control Engineers annual conference 2005, p601-605, 2005.8
- [5] LinaMi, Fumiaki Takeda, “Research on Individual Recognition System With Writing Pressure Based on Customized Neuro-template With Gaussian Function”, 9th Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems 2005, p263-269 Part2, 2005.9
- [6] 佐藤公信, 竹田史章, “Development of DSP unit for Online Tuning and Application to Neural Pattern Recognition System”, Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems 2004, p866-873, 2004.9

