

# 骨格検出とベッド位置検出の組合せによる

## 患者の端座位推定に関する初期検討

Patient's sitting position estimation using skeleton information and bed position detection

井上 円<sup>\*1,2</sup>  
Madoka Inoue

田口 亮<sup>\*2</sup>  
Ryo Taguchi

梅崎 太造<sup>\*2,3</sup>  
Taizo Umezaki

<sup>\*1</sup> アイホン株式会社  
AIPHONE CO., LTD.

<sup>\*2</sup> 名古屋工業大学  
Nagoya Institute of Technology

<sup>\*3</sup> 東京大学  
The University of Tokyo

The work of a nurse in charge of nursing of a hospitalized patient is a task that leads to a serious accident with a single mistake or overlook, so nurses are exposed to high stress. In particular, the three items of medication, tube connection, and fall are factors that lead to serious accidents and are considered to be a major load factor of nursing work. In order to reduce the burden of nursing work, we estimated the sitting posture, which is the initial posture of the patient's lifting motion, using the camera image. In this study, as an initial study of the study, we estimated the patient's sitting position by combining the detection result of the skeleton position of the patient, the detection result of the bed position and the integrated processing of them. As a result of the evaluation, the end sitting position was identified with an accuracy of 98.6 [%].

### 1. はじめに

入院患者の看護を担当する看護師の業務は、ひとつのミスや見逃しが重大な事故に繋がる業務であり、看護師は高いストレスに晒されている。とりわけ、注射・予薬、チューブ接続、転倒転落の3項目は重大な事故に繋がる要因であり、看護業務の大きな負荷要因とされている。

これまで我々は、看護業務の負荷を低減する為に、画像センシング技術を用いて、事故原因の主要3項目の一つである転倒転落に対する未然防止を検討してきた。その中で、転倒事故は就寝中の患者がトイレに行く過程で多発するという理解を得た。そこで本研究は、事故防止の手段として、患者の離床動作における特定の姿勢である端座位を推定する。なお、用語の定義として、患者の就寝姿勢を臥位(がい)とし、患者が足を地面に着けてベッド端に座る姿勢を端座位(たんざい)とする。

本稿で用いる情報は全て病室に設置した単眼カメラデバイスから得られた可視画像の情報とする。近年デプスセンサが普及しており、空間内の情報を捕捉する有効な手段とされている。その様な背景において、我々がカメラデバイスを用いる理由は二つある。理由の一つは、入院患者は音や光に過敏に反応する為、デプスセンサを導入する事で内蔵の近赤外光が患者のストレス源となる事を避ける為である。もう一つの理由は、導入コストである。ステレオカメラを用いた場合、デプスセンサと等価の空間情報を捕捉する事が出来るが、製品にカメラモジュールを2個搭載する必要がある製品単価が上昇する。国内の大規模病院は500床を超える為、デバイス単価の上昇はシステム全体のコストに影響する。計算処理を工夫し単眼カメラで所望の機能を実現する事で、システム全体のコストダウンに寄与する。

本項では、研究の初期検討として、患者の骨格位置の検出結果と、ベッド位置の検出結果を組み合わせ、患者の端座位を推定する。

### 2. 提案手法

#### 2.1 骨格検出

骨格検出には、Caoらの二次元画像の姿勢推定手法[Cao 2017]を用いる。深層学習の各チャンネルで部位毎の検出を行い、部位の関連度を算出する。更に各部位と部位の関連度に基づいて、部位同士をつなぎ合わせる事で骨格を抽出する。

#### 2.2 ベッド位置検出

可視画像からベッド位置を検出する代表的な手法は、線分をヒューリスティックに組み合わせる手法[Kittipanya-Ngam 2012][岡田 2015]や画像特徴と機械学習を組み合わせる手法[井上 2018]が存在する。ただし、ヒューリスティックな手法は、製品の長期供給を考慮した場合に、製品の設計変更が生じた際にパラメータの再検討が必要となるリスクを含む。従って、本稿では

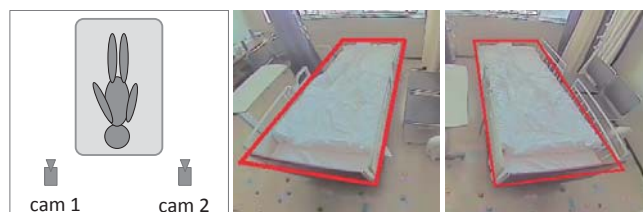


Fig. 1. Bed shapes of input images

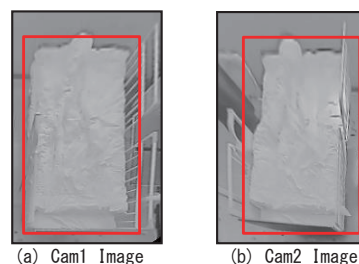


Fig. 2. Bed shapes of IMP images

連絡先: 井上 円, アイホン株式会社 技術本部 技術開発部  
第二開発課, 〒456-8666 名古屋市熱田区神野町 2-18,  
madoka\_inoue@aiphone.co.jp

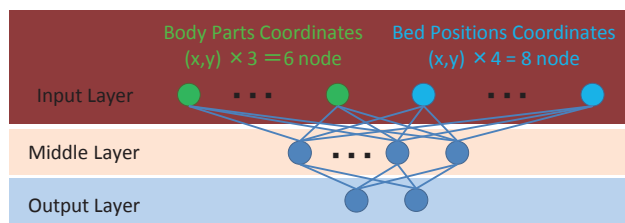


Fig. 3. Overview of network

画像特徴と機械学習による手法を用いる。

提案手法は、入力画像をベッドサイズ程度の着目領域で走査する。着目領域毎の処理は、領域内の輝度情報を用いて HOG 特徴を抽出し、SVM 識別器を用いて HOG 特徴に対する尤度判定を行う。尤度判定の結果が事前に設定した閾値以上であれば着目領域をベッドと判定し、着目領域の位置からベッド座標を算出する。ただし、画像に記録されるベッド形状は、透視投影変換の原理上、図 1 に示す様にカメラとベッドの位置関係に応じて様々な四角形となる。この様にカメラ位置に応じて形状のばらつきが生じるベッド画像を HOG 特徴で抽出した場合、画像特徴の出力値が発散する為にベッドを正しく検出する事が出来ない。そこで、特徴抽出の前処理として入力画像に逆射影変換 [Kim 2002] 処理を施す。予め入力画像に対してレンズ歪を補正する処理を行い、歪補正後の画像に対して視点変換を用いて視点を室内の鉛直上方向に置き換える鳥瞰図を生成して用いる事で、設置エリア内のどの位置に取り付けられたカメラを使用しても、図 2 に示す様な長方形のベッド形状を得る。

## 2.3 端座位推定

初期検討として、3 層ニューラルネットワークを用いて端座位の推定を行う。入力値は、骨格の検出結果座標と、ベッド位置の検出結果の座標情報を用いる。Cao らの骨格推定では部位情報として体の 18 点の座標が得られるが、本手法では座位の推定に必要な首・右骨盤・左骨盤の 3 点の座標情報を用いる。また、ベッド位置はベッド検出処理により得られたベッド隅 4 点の座標を入力とする。出力層はノード数 2 の 2 クラス分類問題として解く。ネットワークの概略を図 3 に示す。

## 3. 実験

### 3.1 実験データ

病院環境を模擬したシミュレーション環境を構築し、ベッド頭部壁面の 8 か所に設置したカメラを用いて、実験協力者 5 名の臥位から端座位に遷移し、室外に退出する一連の動作を 5[fps] で 3888 データ収集した。本実験では、撮影データから端座位シーンの静止画を 7832 枚、端座位以外の姿勢を 7900 枚使用する。なお、実験協力者に対しては実験の目的やデータの用途、作業の内容、ならびに個人情報の取り扱いについて十分な説明を行い、同意書を取り交わした。

### 3.2 端座位の推定精度評価

学習データに対して、骨格とベッド位置の検出を行う。一例として骨格とベッド位置の検出結果サンプルを図 4 に示す。次に、各々の結果座標を取得し、両者の座標を画像毎に統合した実験用入力座標データを作成する。続いて、学習課程として実験用入力座標データの 90[%]を用いてネットワークのパラメータを学習する。最後に、得られたネットワークパラメータについて、実験用入力座標データの残り 10[%]で推論を行い、識別精度を調べる。

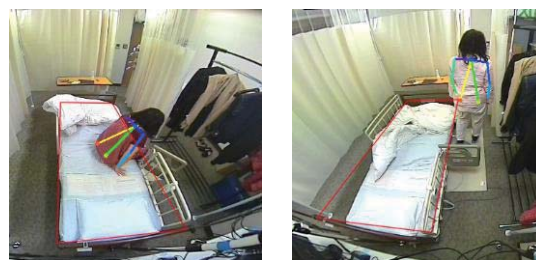


Fig. 4. Results of Pose and Bed Detection

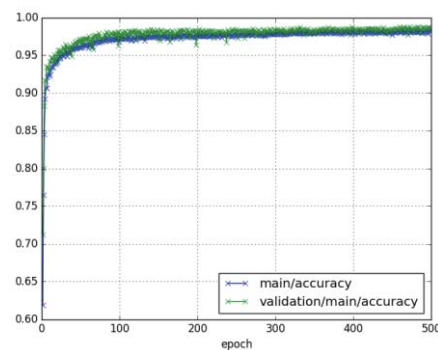


Fig. 5. Learning Curve

なお実験条件として各層のノード数は、入力層を 14、中間層を 10、出力層を 2 と設定した。学習繰り返し回数は 500 とした。

## 3.3 実験結果

評価データに対して 98.6[%]の精度で端座位とその他の動作を正しく識別した。実験の学習曲線を図 5 に占めす。

## 4. まとめ

安価なデバイスを用いた看護業務の負荷低減策として、カメラ映像と機械学習を組み合わせる患者の端座位を識別する手法を提案した。骨格とベッド位置の検出結果に統合処理を加える事で、患者の端座位とその他の動作を 98.6[%]の精度で識別した。今後、更なる精度向上と、一連の処理を統合したアルゴリズムを検討したい。

## 参考文献

- [Cao 2017] Cao, Z., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y.: Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields, In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017.
- [Kittipanya-Ngam 2012] Kittipanya-Ngam, P., Guat, O. S., and Lung, E. H.: Bed detection for monitoring system in hospital wards, In *IEEE Proc.34th Annual Conf. Engineering in Medicine and Biology Society*, 2012.
- [岡田 2015] 岡田康貴, 村下君高: 医療現場での運用に即したベッド領域認識技術の開発, 精密工学会誌 Vol.81 No. 12, 2015.
- [井上 2018] 井上 円, 安井 俊之, 田口 亮, 梅崎 太造: 患者みまもりの自動化に向けたベッド位置の検出, 電気論文 C Vol.138 No.6, 2018.
- [Kim 2002] Kim, D. K., Jang, B. T., & Hwang, C. J.: A planar perspective image matching using point correspondences and rectangle-to-quadrilateral mapping, In *Image Analysis and Interpretation, 2002. Proceedings. Fifth IEEE Southwest Symposium on*, 2002.