

一般口演 | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | 一般口演

一般口演20 看護情報システム

2020年11月22日(日) 14:00 ~ 15:23 B会場 (コンgresセンター3階・31会議室)

[5-B-2-01] 看護師プレゼンティズム予防のためのIoTセンサデバイスを活用した行動解析とリスク分析

*大山 慎太郎¹、山下 佳子¹、井上 創造²、Lago Paura²、武田 紳吾²、出野 義則³、山下 暁士¹、船田 千秋¹、佐藤 菊枝¹、白鳥 義宗¹（1. 名古屋大学医学部附属病院, 2. 九州工業大学, 3. 株式会社ケアコム）

*Shintaro Oyama¹, Keiko Yamashita¹, Sozo Inoue², Paula Lago², Shingo Takeda², Yoshinori Ideno³, Satoshi Yamashita¹, Chiaki Funada¹, Kikue Sato¹, Yoshimune Shiratori¹（1. 名古屋大学医学部附属病院, 2. 九州工業大学, 3. 株式会社ケアコム）

キーワード：Nurse Presenteeism, IoT sensor device networks, Musculoskeletal pain illness

【背景】全国的に少子高齢化と医療従事者の雇用困難が進む現状、特に地方の病院では看護師と患者が高齢化する中で相対的に増加する看護需要に応えようと無理をしてプレゼンティズム（肉体的、精神的に状態が悪いまま出勤する状態）に陥る看護師が多い。

看護師は多職種よりプレゼンティズム率が高いことが知られており、その中で腰痛や頸肩腕痛を始めとする筋骨格系疼痛は大きな要因の一つとして挙げられるが、体操など組織として対処を促すことはあっても、リスクの状況やリスクに応じた対処を行うことは困難であった。今回我々は業務用スマートデバイスや30g以下の装着型IoTデバイスを利用して主な看護行動の分離を行い、さらに看護行動解析から筋骨格疾患のリスク分析を行えるかを検証したので報告する。

【方法】個室病室を模した実験室環境にモーションキャプチャー及びBluetoothデバイス高精度位置測位アンテナを設置。6軸加速度センサを搭載したスマートデバイス及び高度センサを装着した8名の看護師により9クラスの看護行動を3回ずつ実施。それぞれのデバイスのデータより看護行動のクラス分類精度について検証し、各行動クラスの筋骨格系疼痛リスクについて評価分析した

【結果】同一被検者で学習評価した場合7クラスで9割を超える精度が得られたが、他の被験者で学習した場合精度は7割に低下した。要素解析で看護行動の推測に上下動の動作が重要であることが判明し、腰痛リスクが最も判別が容易であった。

【考察】他被験者のデータで学習した分類器は精度が低い、腰痛や頸肩腕痛のリスク分析という観点からはクラスごとの厳密な分離は必要ではなく、十分リスク予測に利用できる精度と考えられた。実験室内の検証結果ではあるが、現実の病室に近似したセッティングであったため実際の病室でも近い結果が得られると期待される。

看護師プレゼンティズム予防のための IoT センサデバイスを活用した行動解析とリスク分析

大山慎太郎^{*1}、山下佳子^{*1}、井上 創造^{*2}、Lago Paura^{*2}、武田 紳吾^{*2}、出野 義則^{*3}、山下 暁士^{*1}、船田 千秋^{*1}、佐藤 菊枝^{*1}、白鳥 義宗^{*1}

*1 名古屋大学 医学部附属病院、*2 九州工業大学 *3 株式会社ケアコム

Development of a wearable IoT sensor device to prevent nurse presenteeism

Shintaro Oyama^{*1}, Keiko Yamashita^{*1}, Sozo Inoue^{*2}, Lago Paura^{*2}, Shingo Takeda^{*2}, Yoshinori Ideno^{*3}, Satoshi Yamashita^{*1}, Chiaki Funada^{*1}, Kikue Sato^{*1}, Yoshimune Siratori^{*1}

*1 University of NAGOYA hospital, *2 Kyushu Institute of Technology, *3 Carecom Co.Ltd.,

Abstract

Nowadays, in countryside, are becoming more and more aging and low birthrate society, as well as progression of difficulty of hiring health care workers. Many nurses in local hospitals are struggling to meet the increasing demand for nursing care burden, resulting in high rate of presenteeism. In order to extract postures that induce physical wear and musculoskeletal pain, which are one of main reason of presenteeism, we collected individual behavior data of nurses using an IoT sensor device and examined whether they could be classified into predefined nursing behaviors. Risk behaviors were extracted from these classifications, and the relation between presenteeism score and the calculated risk was also investigated.

Keywords: Nurse presenteeism, IoT sensor device, Musculoskeletal pain illness.

1. 背景

都市部以外において少子高齢化と医療従事者の雇用困難が進む現状、地域の病院では看護師と患者が高齢化する中で相対的に増加する看護需要に応えようと無理をしてプレゼンティズム(肉体的、精神的に状態が悪いまま出勤する状態)に陥る看護師が多い¹⁾。そもそも看護師は世界保健機構(WHO)のプレゼンティズムサーベイ WHO Health and Work Performance Questionnaire (WHO-HPQ²⁾)で他の職業よりプレゼンティズム率が高いことが知られており³⁾、プレゼンティズムの大きな要素としてストレス等精神的な要素の他、腰痛や頸肩腕痛をはじめとする筋骨格痛が挙げられるが、腰痛や頸肩腕痛の発症を予防するような体操や介入を行う事はあっても、WHO-HPQのような経済的損失アウトカムやパフォーマンスとの相関が検証されている指標の改善度まで着目して行った研究は少ない。またこういった痛みやパフォーマンススコアは主観的な指標が大きなウェイトを占めるため、個別評価が必要で画一的な介入が必ずしも全体に適合しないという問題を内在していた。我々は看護師の業務に潜む、肉体的な損耗や筋骨格痛を誘発する姿勢(中腰姿勢や長時間の歩き回りなど)を抽出するため、看護師個々の行動につき2種類のIoTセンサデバイスを利用し収集し、事前に定義した看護行動にクラス分け可能かを比較検証した。

2. 目的と方法

看護師の各種看護行動を定義し、それらの検知に適したセンサデバイスを選定、取得したデータ

より定義した看護行動やリスク行動を精度よくクラス分け可能かを検証した。対象者には経験年数2年~15年と幅広い経験の合計8名の看護師をリクルートした。

看護行動とリスクの事前定義

事前に対象者全員にヒアリングを行い、認識すべき看護行動を選定した。ヒアリングでは日常業務で頻繁に行う看護行動を挙げて頂き、2名以上が挙げたものを認識すべき看護行動と定義した。またそれらの看護行動がプレゼンティズムの要因である筋骨格痛のうち頸肩腕痛・腰痛・膝痛のいずれのリスクになるかの分類を整形外科医師1名が評価・定義した。

センシングシステム、IoTセンサデバイスの選定と実装、及び測定方法

病棟個室の環境に近い状況をモーションキャプチャが可能な実験室内に再現し、実際に臨床現場で使用されている医療材料や医療機器を用いて通常と同様の看護行動を施行できるよう事前準備を行った。測定機器に関する要件を以下のよう

- ・業務中看護師が携帯できる形状・重量であること
 - ・約15時間の業務時間中、連続して稼働できること
 - ・通信機能を有しリアルタイムにデータ送信ができること
 - ・患者や看護師の安全に悪影響がないこと
- これらの条件を満たすようなシステム・デバイスを選定した。
- 実験環境では24台カメラで構成されるモー

ションキャプチャシステム(NAC MAC3D System, NAC image technology 社)及び、4台の高精度 Bluetooth ビーコン位置測位アンテナ(Locator LD-6L, Quuppa Oy 社, Finland)を設置した。またどの行動が行われているかを後で確認しラベル付を行うためビデオ録画を行った。その上で測定時、対象者の体に29個のモーションキャプチャ用マーカを装着、さらに胸ポケットに8軸加速度センサデバイス(以降加速度センサ)及び前述した天井の高精度 Bluetooth 位置測位アンテナ(Locator)で2次元(X, Y 軸)位置検出を行うための気圧センサ(Z 軸)付き Bluetooth ビーコン(以降3次元位置/気圧センサ, Meditag, ホシデン社)を装着した。(図1)

測定対象者は実験室内で、事前に定義した看護行動をベッドで横になっている模擬患者に対して通常と同様に行い、各看護行動を5回ずつ施行した。センサ群より得られたデータを入力データとし、モーションキャプチャ及び動画データ・直接観察法で事前に定義した看護行動を行っているか確認し、これを教師データとするような機械学習を施行。対象者自身のデータで学習した場合と、自身のデータ以外(他者データ)で学習した場合で加速度センサ・3次元位置/気圧センサそれぞれにおける対象者の行動検出正解率を分離可能か検証した。機械学習モデルの精度は Area under the curve (AUC) 値で評価をおこなった。

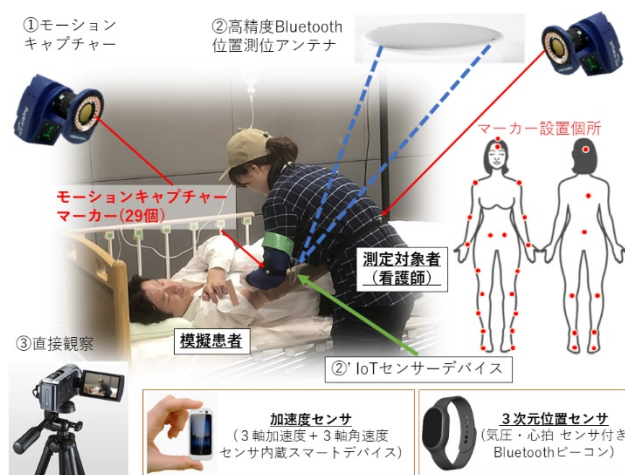


図1. 実験環境及び対象者のセッティング

3. 結果

事前ヒアリングの結果、以下の9クラス(分類)の看護行動を認識すべき看護行動を定義し、さらにそれぞれのリスク分類を行った(表1)

No.	看護行動	リスク(原因姿勢)
1	バイタルサイン測定	腰痛(中腰)・膝痛(立膝)
2	採血	腰痛(中腰)・膝痛(立膝)
3	血糖測定	腰痛(中腰)
4	点滴接続	頸肩腕痛(高所作業)
5	口腔ケア	頸肩腕痛(上肢作業)
6	清拭/陰部洗浄/オムツ交換	腰痛(中腰・負荷)

7	喀痰吸引	腰痛(中腰)
8	ガーゼ交換	腰痛(中腰)
9	排泄管理	膝痛(低所作業)

表1. 認識すべき看護行動と筋骨格痛リスク

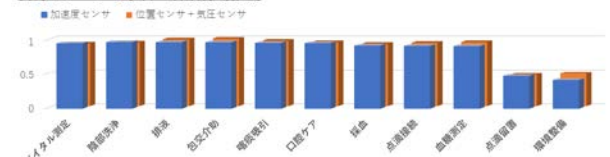
また、実験で採取したデータは、加速度センサで合計1,300分、3次元位置・気圧センサで1,054分の累積データが得られた。モーションキャプチャのデータは410分得られ、実際に各センサの情報が正しく動きを反映しているかの検証に利用した。

これらのデータより各クラスの看護行動を推測するための特徴量を抽出するため、前処理を行った。ラベルには前後60秒を加え、加速度センサと3次元センサはそれぞれ1分ごとの平均・最大・最小・標準偏差を計算し、それらの値を入力変数とした。

対象者自身のデータで学習した場合、3次元センサで取得したデータを学習に利用したほうが加速度センサのデータを利用した場合に比べ若干ではあるが、認識精度に優れた。

一方、自身のデータ以外で学習した場合も3次元センサで取得したデータを学習に利用したほうが加速度センサのデータを利用した場合に比べ認識精度に優れたが、全体的に判別能が低下する傾向にあった。

自身のデータで学習一看護行動推測



自分以外の全員のデータで学習一看護行動推測

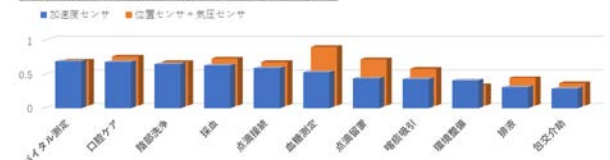


図2. 看護行動推測の結果

看護行動認識に寄与した順に3次元センサにおける特徴量を並べたグラフが図3である。右図が判定の重要度を示し、看護師行動の認識に特に上下動の動作が重要であることが判明した。

加速度センサ

位置センサ 気圧センサ

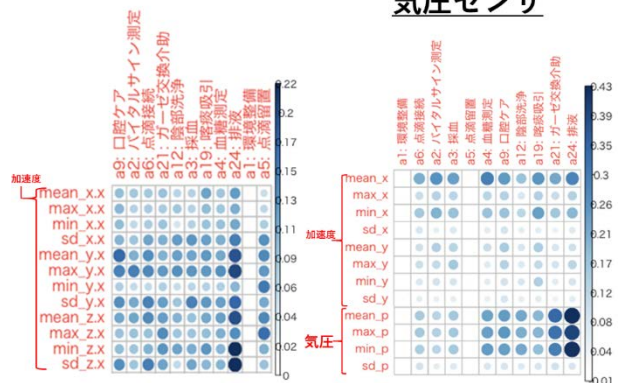


図3. 認識における特徴量の寄与度

5. 考察

看護師の腰痛や頸肩腕痛、膝痛を始めとする筋骨格痛は発生頻度が高く、また重要なプレゼンティズムの悪化要因となっている³⁾。また、これら筋骨格痛は業務の負荷姿勢や運動量、ストレスなどの精神状態が影響しているといわれており、リスク評価のためにも、今後の介入のためにも定量的・継続的に評価を行うニーズがあった。しかしながら従来の質問表ベースの調査では、繰り返しの質問に回答率が落ちたり、回答バイアスが生じたりする問題があった。我々は今回、装着が負担にならない IoT センサデバイスで看護行動を分離することが可能か、可能だとすれば加速度情報と位置情報とどちらが重要かを検証するために加速度センサと3次元位置センサを比較し看護行動分離を行い、3次元位置センサの方が優れていることが明らかとなった。今回3次元位置のうち平面方向(x軸・y軸)の検出には高精度位置測位アンテナを利用しており、この精度はカタログ上2cm程度とされる。しかしながら本システムは導入価格は1病棟数百万円と比較的高額であり、複数の用途に利用するのでなければ導入に見合ったメリットを見出すことが困難である。また他の位置検出方法であるビーコン、地磁気、屋内GPS(IMES)なども精度や導入コスト、対応機器の少なさなど欠点があり、またいずれも位置検出精度は本検証で利用した方法に比べ落ちるため、現時点では導入ハードルが高いと考えられる。今後Bluetooth5.1規格に追加された位置測位(Angle of Arrival/Angle of Departure)に準拠した機器が上市されてきており、普及が待たれる。一方、業務用端末として昨今普及してきているスマートフォン・タブレットは3軸加速度+3軸角速度センサを搭載しており、3次元位置センサと比べ、大きな追加投資なくこのような看護行動検出を実施できる可能性がある。しかしながら常時携帯する必要があり、運用面で課題が残るといえよう。

今回の検証におけるモーションキャプチャのデータを詳細解析すると、看護師の行動認識に、看護師の頭の位置と手首の動きが判れば高い適応率・再現率で行動認識できることが判明した。本知見は実験室環境におけるデータによるもので、実際の医療現場で同様かは今後検証を予定しているが、センサーの装着部位などの工夫で頭や手首の動きを検出することでさらに認識精度が上がる可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、令和2年度総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)・社会実装型研究開発として採択され施工したものである。

参考文献

- 1) 吉田麻美, 三木明子. 若年看護師

と中高年看護師におけるプレゼンティズムに関連する要因. 産業衛生学雑誌. 2018年;28(1):17-9.

- 2) Kessler RC, Ames M, Hymel PA, Loeppke R, McKenas DK, Richling DEほか. Using the World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ) to evaluate the indirect workplace costs of illness. J Occup Environ Med. 2004年;46(6 SUPPL.):23-37.

- 3) Rainbow JG. Presenteeism: Nurse perceptions and consequences. J Nurs Manag. 2019年;27(7):1530-7.