

ウェアラブルセンシングによる看護業務定量化に関する研究

研究代表者： 長谷川 達人（工学系部門・講師）

共同研究者： 四谷 淳子（医学系部門・教授）

概 要	
	本研究では、ウェアラブルデバイスを用いたセンシングと機械学習技術を用いて、従来定量的評価がなされてこなかった看護業務を定量的に計測する基盤を開発する。特に今年度は看護業務における筋力的負担度合いを推定する基礎検証実験を執り行った。提案手法では、アームバンド型ウェアラブルデバイス Myo を用いて、前腕部の筋電位（EMG）を計測し、機械学習によって各時刻の筋肉負荷を推定する。Myo は Bluetooth 無線通信で筋電位を常時簡易計測でき、日常業務を妨害することはない。健常男性 11 名にてトレーニング時と非トレーニング時の EMG 計測実験を行い、提案手法の推定精度を評価した結果、負荷の大きさ（0, 1, 3, 5kg）は 80%の精度で推定できることを確認した。腕が静止している状態に限定すれば、89%の精度となり、日常業務計測への実現可能性を確認した。
関連キーワード	ウェアラブルデバイス, 機械学習, 看護業務負担

研究の背景および目的

看護業務における作業負担は身体的負担の大きいものが少なくない。寝たきり患者の体位変換、ベッド環境の整備、排泄の介助等がある。病棟業務ではこのような身体的負担の高い業務が多く、場合によっては看護師自身の怪我や過労につながり、職場への不満や離職の促進、ストレスやうつ病の原因となる可能性がある。

昨今、業務改善や職場の活性化などの目的で、各施設において業務量調査を行ない、業務内容を可視化する取り組みがなされている。これは各業務に費やした時間数での調査が主であり、実際看護師の身体的負担について定量的に評価なされたものはない。安全に看護が提供されるには、看護師の身体的負担が大きくないことが重要である。実際に業務負担を把握する場合には、日常業務に励む看護師に頻りに作業内容を記録してもらい、負担の大きさを比較検討しなければならない。しかし、作業内容の記録自体が負担となり、このような分析は現実的には実施されづらい。看護師の勤務負担に関する研究はなされているものの、定性的評価に完結していることが多い。

一方、工学分野に焦点を当てると、現在、ユビキタスコンピューティングの普及により、ネットワークに繋がったコンピュータが日常生活に溶け込んでいる。また、人工知能（AI）技術の発展は目ざましく、多くの物事の自動化が進んでいる。最近ではユビキタス技術と AI 技術の融合が進み、身の回りにあるコンピュータが、実世界の人間の行動や周囲環境を自動で認識するコンテキストウェアネスという研究が盛んにおこなわれている。例えば、スマートフォン（スマホ）を用いた人間行動認識に関する研究が有名である。スマホには加速度センサやジャイロセンサといった多くのセンサが内蔵されているため、そのセンサを常時計測に用いることで、人間の動きを記録することができる。記録されるデータは動きに関する物理量で、時系列の波形データとなるため、直接データを観測しても人間の行動を理解することは難しい。そこで、数値解析や機械学習を応用することで、“歩いている”、“走っている”、“料理をしている”といったカテゴリに自動分類を行うことで、人間の行動情報を記録することができるようになる。

研究の内容および成果

研究内容

本研究ではコンテキストウェアネス研究を看護業務の定量的な分析に応用することで、これまで主観的に実施されてきた作業負担を定量的に自動計測する手法を開発する。特に今年度は筋力的負担のある業務（患者の体位変換等）の自動検出の実現可能性に関して基礎検証を行った。

提案手法

提案する業務負荷常時計測手法の処理概要図を図 1 に示す。提案手法では、アームバンド型ウェアラブルデバイス Myo（図 1 左）を看護師が装着し、日常業務を行うことを想定している。Myo は前腕部に巻きつけるように装着するデバイスで、Bluetooth 通信により PC やスマートフォンにデー

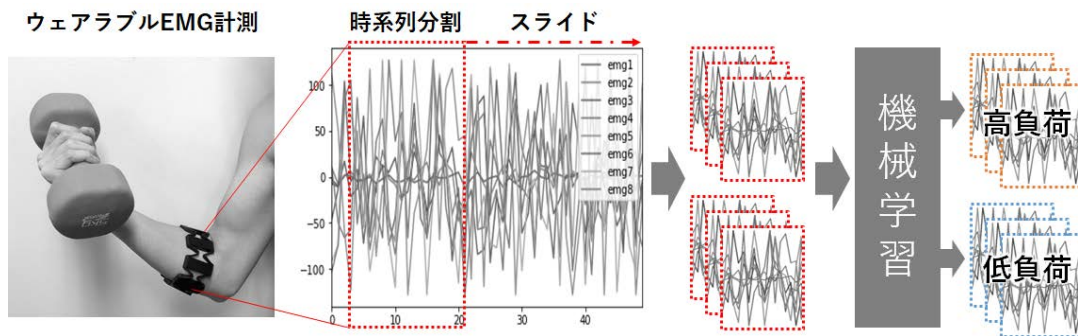


図1. 業務負荷常時計測手法の処理概要図

データを蓄積することができる。デバイスの裏側、腕部接地面に8つの電極が搭載されており、腕の表面筋電位（EMG）を簡易計測することが可能である。同時に、6軸センサ（加速度3軸、ジャイロ3軸）も搭載されている。本デバイスの無線計測を用いることで、日常業務を邪魔することなく負担の記録を定量的・自動的に実現する。

計測データの処理手順について説明する。今年度は、業務時の筋力的負担に焦点を当てているため、Myoで計測できるEMGに着目して分析を行う。EMGは図1中央のように8軸の波形データ（サンプリング周波数100Hz）で計測される。図を見て分かる通り人間がそのまま見ても理解し辛い情報のため、128サンプルで時系列分割（図中赤点線枠）を行い、各フレーム単位で特徴量を抽出し、機械学習により被験者の負担の度合いを推定する。

評価実験

提案手法が筋力的負担を認識できるのかを評価するための基礎実験を行った。本実験では、被験者11名（22歳～24歳健康常男性）にMyoを着用した状態で筋力トレーニングを実施してもらい、その際のEMGを計測した。トレーニング内容は、(1)何もしないニュートラル状態、(2)1kgダンベルを保持して静止している状態、(3)1kgダンベルを保持してアームカールを行っている状態、(2)、(3)をそれぞれ3kg、5kgのダンベルで実施した場合で計7種類である。各10秒を1セットとして3セット計測を行った。基本的な装着向きは指定はしているが、Myo着脱時に位置ずれが発生するため、それを考慮してセット間でMyoの着脱を行っている。

実験結果

提案手法の推定結果の混同行列を表1に示す。評価は一人の被験者を検証用に、残りを学習用に

表1. LOSO-CVの混同行列

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1)	1087	2	0	0	0	0	0
(2)	2	889	185	13	0	0	0
(3)	0	96	758	59	172	0	4
(4)	6	48	82	723	135	95	0
(5)	0	0	110	74	555	140	210
(6)	0	0	20	140	163	552	208
(7)	0	0	4	0	175	103	803
F値	100%	80%	72%	64%	53%	46%	78%

使用して交差検証するLOSO-CV (Leave One Subject Out Cross-Validation) で実施した。本結果は事前に他者のデータでモデルを学習し、新規ユーザーに対してもどの程度の精度となるのかを評価している。全体の精度は70%だが、負荷量(0, 1, 3, 5kg)を推定する4分類では81%となった。低負荷時のアームカール時と高負荷時の静止状態を誤るケースが目立っている。静止時に限定すると89%の精度で予測ができることも確認している。

特徴量に関する分析を実施した結果、EMG4の標準偏差が最も推定に貢献を示した。電極間で見るとEMG4の貢献が高く、特徴量の種別で見ると標準偏差やパーセント値の貢献が高い。EMG4は着用時に腕撓骨筋付近を計測する電極であることから、腕撓骨筋の筋電位変化を検出し予測につながったと考えられる。

本実験結果より、被験者が異なっても、Myoのつけ外しがあっても、80%程度の精度で負荷の推定が実現できることを確認した。今後は男女の違いや筋力量の違いによる影響の考察や、実際の業務現場における計測実験等を行い、実用に即したデータ分析を行っていく予定である。

本助成による主な発表論文等、特記事項および競争的資金・研究助成への申請・獲得状況

「主な発表論文等」

- [1] 宮本 崇, 長谷川 達人, "看護業務負担の定量的計測に向けたウェアラブル筋電位計測の基礎検証", DICOMO2019, 福島, 2019.7.

「競争的資金・研究助成への申請・獲得状況」

- [2] スズキ財団, 科学技術研究助成, 2019年度, "

教師ラベル取得に制約のある状況における行動センシングの個人適応", 代表, 採択, 120万円.

- [3] 立石科学技術振興財団, 研究助成(A), 2019年度, "深層生成モデルを用いたセンサデータの超解像と行動認識への応用", 代表, 採択, 155万円.