

介護技術定量化のためのウェアラブル全身触覚センサの開発

Development of wearable whole body tactile sensor for nursing care quantification

○学 亀井雅哉 (九大) 学 平松知樹 (九大)
正 井上大路 (九大) 正 河村晃宏 (九大)
正 倉爪 亮 (九大)

Masaya KAMEI, Kyushu University
Tomoki HIRAMATSU, Kyushu University
Daiji INOUE, Kyushu University
Akihiro KAWAMURA, Kyushu University
Ryo KURAZUME, Kyushu University, kurazume@ait.kyushu-u.ac.jp

In this study, we aim to quantify care skills in the dementia care technique called "Humanitude". Humanitude has been attracting much attention as a gentle and effective care technique for a dementia patient in recent years. The developed wearable whole body tactile sensor aims to quantify the "touch" skill among the four representative skills in Humanitude, which are gaze, touch, talk, and stand up. In addition, we conducted a demonstration experiment using a wearable whole body tactile sensor to quantify nursing care by general caregivers and a Humanitude expert.

Key Words: Dementia care, Humanitude, Wearable sensor, Distributed tactile sensor

1 はじめに

近年、医療や介護の現場では、認知症など認知機能の低下した高齢者の介護負担が増加している。認知機能の低下した高齢者の介護は過酷であり、介護士や看護師の不足、疲弊、バーンアウトや被介護者の身体機能の低下などの多くの問題が存在する。これらの問題に対して、近年注目されているケア技法であるユマニチュード (Humanitude) は、知覚、感情、言語による包括的コミュニケーションに基づいたケア技法であり、「見つめる」「触れる」「話しかける」「立たせる」の4つのスキルを基本とし、150の具体的なケア技法から構成されている [1]。ユマニチュードは認知症患者に対する極めて有効なケア技法であるが、その習得の困難さが普及への課題となっていた。そこで我々は、家庭を含む介護現場へのユマニチュード導入のための教育手法の確立を目指し、IT 技術を活用したスキルの定量化について現在研究を行っている。

特に本研究では、ユマニチュードの中でも、体位変換の介護動作に着目して、ユマニチュードの習得を支援するためのセンサシステムの開発を行った。体位変換の介護動作には、ユマニチュードによる具体的な手順や手法が存在し、初学者が間違いやすい注意点多くある。そこで、ユマニチュードの4つのスキルのうち、「触れる」スキルを定量化し、初学者と熟練者で定量的な違いが確認できる、ウェアラブル全身触覚センサを開発した。開発したウェアラブル全身触覚センサは、被介護者の全身に着用し、介護者が触れた位置や力を測定することができる。また、ウェアラブル全身触覚センサを用いて、一般介護士とユマニチュード熟練者に体位変換の介護動作を行ってもらい、「触れる」スキルを定量化する実験を行った。

2 ウェアラブル全身触覚センサの開発

本研究では、導電性繊維を利用した布状の触覚センサを衣服状に加工することで、ウェアラブル全身触覚センサを作成した。本章では、ウェアラブル全身触覚センサに使用した布状の触覚センサとその触覚センサのキャリブレーションについて、そしてウェアラブル全身触覚センサの開発について述べる。

2.1 布状の触覚センサ

本研究で開発したウェアラブル全身触覚センサは、株式会社植屋の布状の触覚センサ [2] [3] (図 1) を元に作成した。この触覚センサは、導電糸を織り込んだ2枚の導電性繊維を重ね合わせ、両者の間隙部に生じる静電容量の変化を計測するものである。こ

の触覚センサは布状であるため、様々な形に加工して利用することができる。またこの触覚センサには制御回路が備え付けられており、制御回路にコマンドを送ることで、測定が可能になる。制御回路と PC との通信は、有線と Bluetooth どちらも可能である。

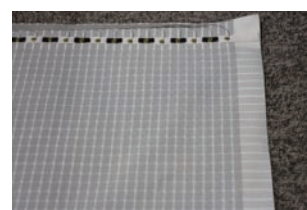


Fig.1 Cloth-type tactile sensor

2.2 触覚センサのキャリブレーション

次に、触覚センサのキャリブレーション実験を行った。キャリブレーションは、デジタルフォースゲージ [4] を用いて、触覚センサにかかる荷重値を出し、その時のセンサ値を記録することで、センサ値と荷重値の関係を調べた。実験の様子を図 2 に示す。加える荷重の大きさを 0[N] から徐々に力を増やしていき、300[N] まで測定を行った。

その後、各センサ素子ごとに、10 フレーム分の平均を計算したのち、ゼロ点調整を行った。力が主に加わっている4つのセンサ素子に対して得られた値を図 3 に、それらの平均を図 4 に示す。実験の結果、触覚センサの出力値は荷重に対して非線形に単調増加することが確認できた。以降の実験では、このグラフを線形補間し、センサ出力を荷重 [N] に換算している。

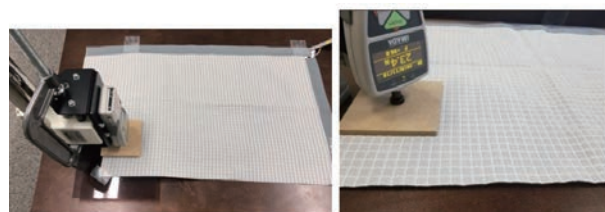


Fig.2 Tactile sensor calibration

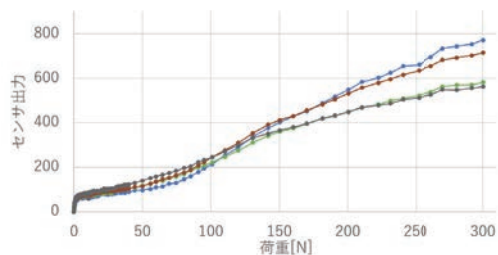


Fig.3 Sensor values of four sensor elements

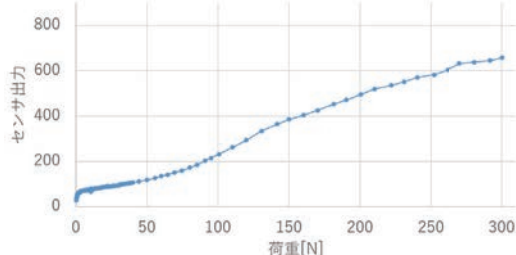


Fig.4 Average values of four sensor elements

2.3 ウェアラブル全身触覚センサの開発

上述した触覚センサを全身に身に付けられるよう、胴体の前後、両腕、両脚の合計6つ用いて、簡単に着脱可能なウェアラブル全身触覚センサを作成した。胴体のセンサはベストを着るように着用し、腕や脚のセンサは巻きつけてマジックテープで止めることで着用できる。これにより、模擬患者や人形に簡単に着用して使用することができ、全身への接触を圧力分布として、リアルタイムに定量化することが可能になる。このウェアラブル全身触覚センサの構成と、着用した様子を図5に示す。また、触った位置や力がリアルタイムで確認できるよう、ウェアラブル全身触覚センサのビューア（図6）を作成した。

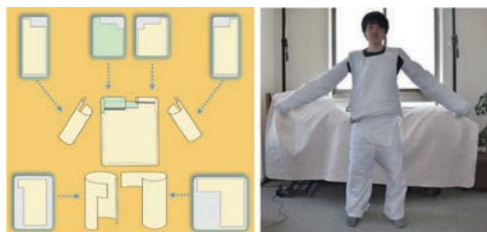


Fig.5 Whole body wearable tactile sensor

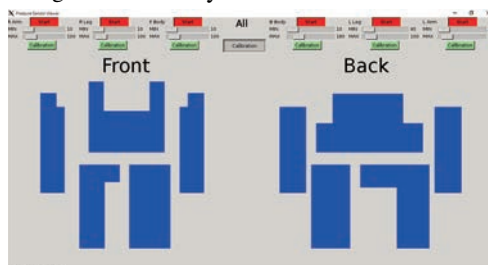


Fig.6 Viewer of whole body wearable tactile sensor

3 ウェアラブル全身触覚センサを用いた実証実験

本章では、開発したウェアラブル全身触覚センサを、実際に一般介護士とユマニチュード熟練者に利用してもらい、介護技術の定量化を行った実証実験について述べる。本実験は、福岡市東区の原土井病院で行い、一般介護士14名は計24回、ユマニチュード熟練者1名は計5回、体位変換の介護動作を行った。

3.1 一般介護士とユマニチュード熟練者の動き

体位変換を行った際の様子をビューアとともに、一般介護士は図7に、ユマニチュード熟練者は図8に示す。これらより、触れた位置に合わせてビューアにも反応が出ており、触った位置が確認できた。

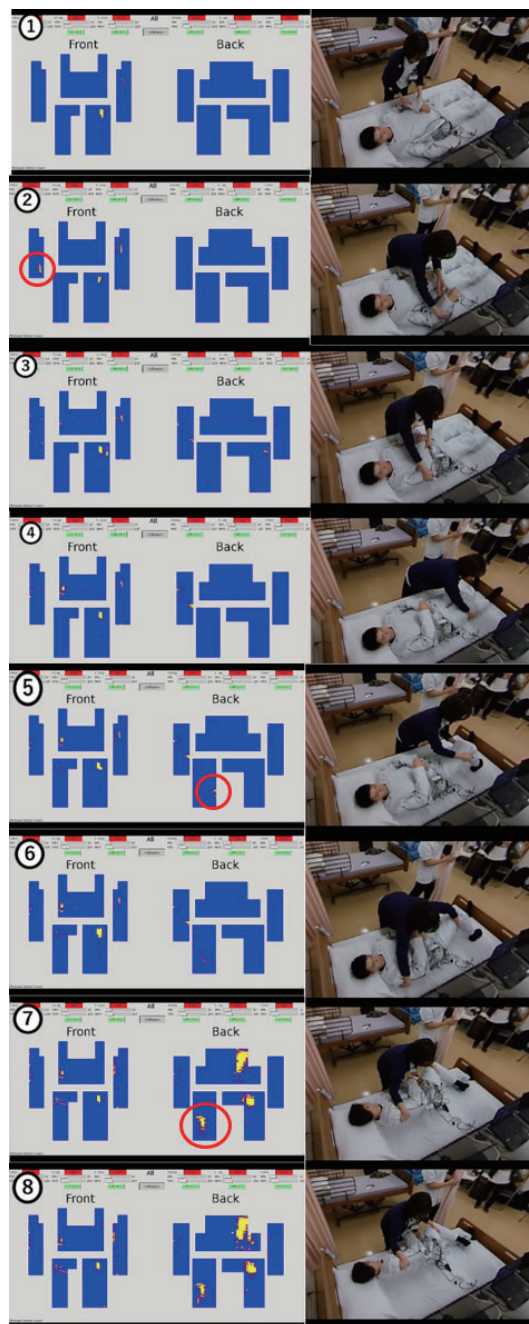


Fig.7 General caregiver

3.2 体位変換の介護動作の定量化

本実験の目的である、介護技術の定量化について述べる。ビューアを見ると、一般介護士とユマニチュード熟練者において、同じ位置に触れているときはあまり違いは見られなかった。しかし、特に体位変換の手順における、最後の背中を持ち上げる際、一般

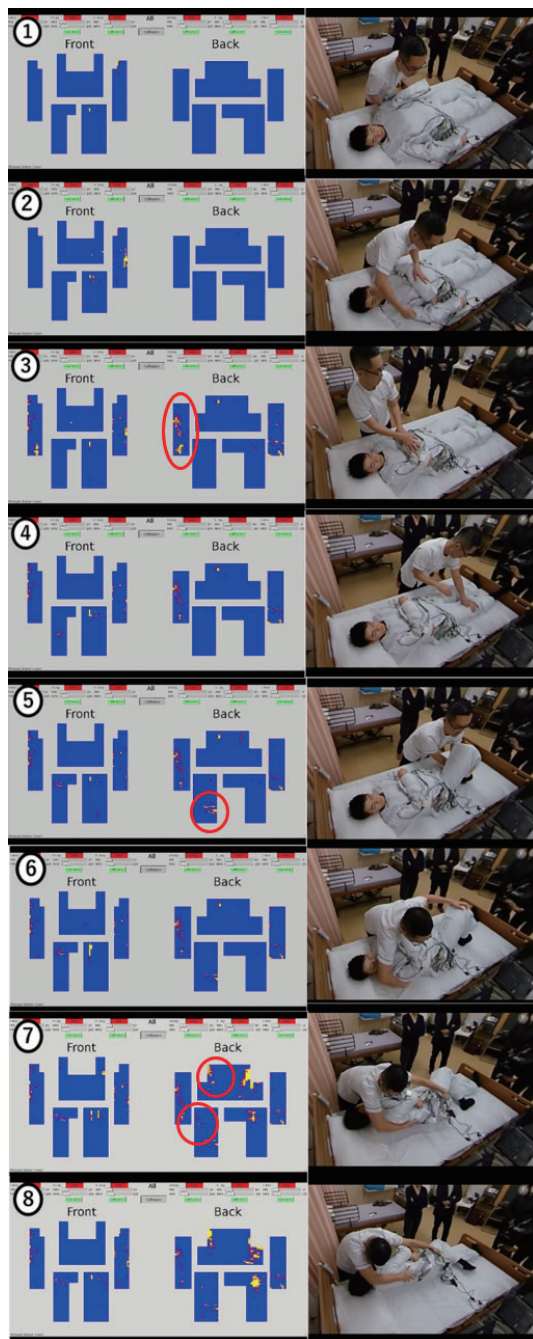


Fig.8 Humanitude expert

介護士と熟練者で違いが見られた。その際の動作をビューアとともに、一般介護士は図9に、ユマニチュード熟練者は図10に示す。図9を見ると、一般介護士の右手は被介護者の上腕を握って引っ張り、左手で右ひざの裏を引っ張っている。一方、図10を見ると、ユマニチュード熟練者は右腕全体を使って、背中を持ち上げ、左手で右の太ももを引っ張っている。これらの違いがビューアの赤で囲った部分に、表れていることがわかる。なお、一般介護士の右手は触覚センサが無い箇所を触れており、ビューアに反応が表れていない。

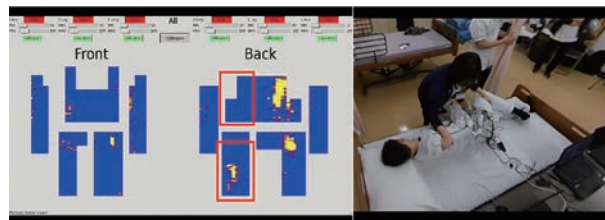


Fig.9 Motion to lift the back (General caregiver)



Fig.10 Motion to lift the back (Humanitude expert)

3.3 センサ素子にかかる荷重の推移

さらに、定量的に示すため、主に力がかかっているセンサ素子を選んで、触覚センサにかかる荷重 [N] の推移をグラフにした。上述したように、一般介護士の右手は触覚センサがない箇所を触れていたため、今回は左手による荷重の定量的な違いを示す。

3.3.1 左手による荷重の推移

背中を持ち上げる際に、左手により、大きく力がかかっているセンサ素子を4つ選び、センサ値を比較した。選択した4つのセンサ素子は、一般介護士は図11、ユマニチュード熟練者は図14の赤で囲った黄色で示すセンサ素子である。結果を、一般介護士は図12に、熟練者は図15に示す。このグラフは、体位変換の介護動作の開始から終わりまでを示している。さらに、4つの中でも最大荷重のものをを選び、荷重に換算した結果を、一般介護士は図13に、ユマニチュード熟練者は図16に示す。このグラフは、背中を持ち上げる少し前の時間から開始しており、またそのときの値でゼロ点調整とキャリブレーションを行っている。

一般介護士において、図13を見ると、荷重値が大きく上がっているため、左手で強く右膝の裏を引っ張っている様子が定量化できている。一方、ユマニチュード熟練者において、図16を見ると、荷重値が上がってはいるが、一般介護士よりは弱い力で触れていることがわかる。従って、背中を持ち上げる際の一般介護士とユマニチュード熟練者の左手において、定量的な違いが確認できた。

4 まとめと今後の予定

本研究では、ユマニチュードの習得を支援するため、体位変換の介護動作の定量化を行うウェアラブル全身触覚センサの開発を行った。また、ウェアラブル全身触覚センサを用いて、一般介護士とユマニチュード熟練者に体位変換の介護動作を行ってもらい、「触れる」スキルの定量化を試みた。その結果、一部の動作では、一般介護士と熟練者で定量的な違いがみられ、システムの有用性を確認した。今後は、より多くのデータを集めて、定量的な違い

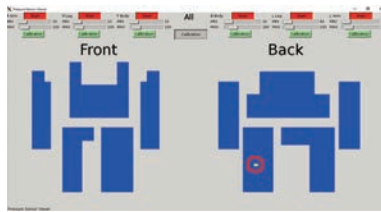


Fig.11 Location of selected sensor elements (General caregiver)

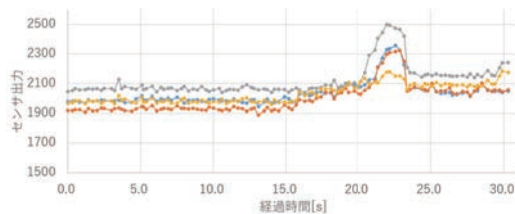


Fig.12 Sensor output of four sensor elements (General caregiver)

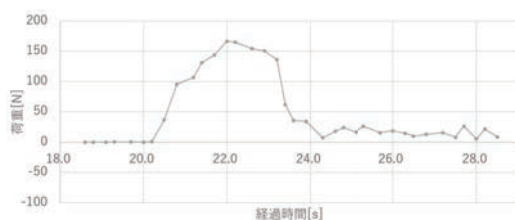


Fig.13 Load of sensor element showing maximum load (General caregiver)

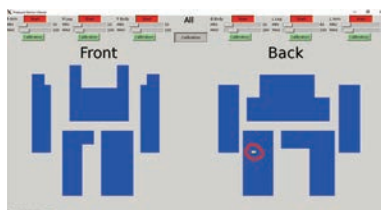


Fig.14 Location of selected sensor elements (Humanitude expert)

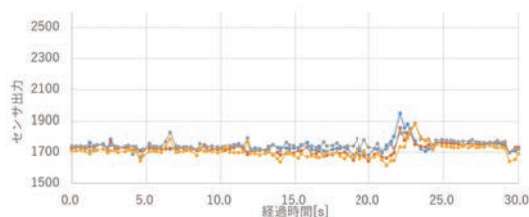


Fig.15 Sensor output of four sensor elements (Humanitude expert)

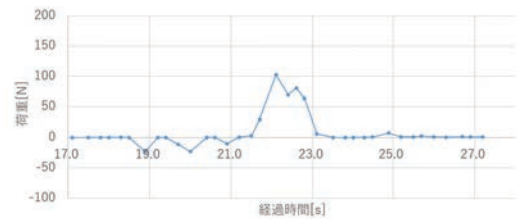


Fig.16 Load of sensor element showing maximum load (Humanitude expert)

をより確実なものにしていき、ユマニチュードの教育システムの実現を目指す。

謝辞

本研究は、JST、CREST、JPMJCR17A5の支援を受けたものである。また本研究の実施にあたりご協力いただきました株式会社榎屋に感謝いたします。

参考文献

- [1] 本田美和子, イヴ・ジネスト, ロゼット・マレスコッティ. ユマニチュード入門. 医学書院, 2014.
- [2] 鈴木陽久, 江島充晃, 吉田統, 水野寛隆, 宮本晃吉, 島上祐樹. 導電性織物及び導電性織物を使用した圧力センサ. 特開 2016-161555(2016.9.5).
- [3] 鈴木陽久, 江島充晃, 水野寛隆, 間瀬健二, 榎堀優. 圧力分布検知装置. 特開 2018-105827(2018.7.5).
- [4] 株式会社イマダ. 標準タイプ デジタルフォースゲージ ZTS シリーズ. https://www.forcegauge.net/new_products/7751.html (2020.2.26 アクセス).