

ユマニチュードによる立ち上がり動作介助の理解に向けた 接触・近接インタラクション計測システムの開発

住岡英信^{1,†} 安琪² 倉爪亮² 塩見昌裕¹

概要：ユマニチュードに基づく認知症ケアにおいて、立たせる技術は重要な要素である。被介護者を立たせる際、通常の介護では腰や腕を掴み、上に引っ張るが、ユマニチュードでは、介護者と被介護者の胸を密着させ、両者の足を結ぶ多角形内に重心を移動させて、立ち上がりを介助する。この際、立ち上がるに従い胸や腹間の距離が近づくように引き上げるのがコツであり、体の密着度や距離を計測することで正しい動作かを評価できる。しかし、両者の距離が近いとオクルージョンが発生しやすく、既存の画像による姿勢推定では、これらの情報を計測することが困難であった。そこで本研究では、ユマニチュードの技術に基づく立ち上がり介助動作訓練システムの実現を目指し、簡単に装着できる服型の近接・接触センサを開発した。これにより、立ち上がり動作を介助する際の介護者と被介護者両者の体の密着度や距離の計測が可能となる。本提案システムは、動作の良し悪しを実時間で評価し、学習者へ提示することを可能にするため、習得が難しいといわれるユマニチュードの訓練支援システムの実現につながる。

1. はじめに

認知症は、高齢者自身だけでなく、家族や介護士といったその周りの社会に対しても大きな影響を与える。認知症高齢者の40～50%に見られる興奮やせん妄といった行動・心理症状（BPSD）は、介護者に常に高齢者に注意を払うことを強いるため、介護者の負担を増大させるとともに、介護費の増大を引き起こしている。そのため、BPSDの軽減は大きな社会的課題である[1]。

近年、このBPSDの生起に認知症高齢者とのコミュニケーションが大きく関与することが明らかになり、認知症高齢者とのコミュニケーションに着目したケア技法、ユマニチュード（Humanitude）が注目されている。これは知覚、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た、150の具体的なケア技法からなる[2]。その有効性から世界中の介護現場で導入が進んでおり、その効果の科学的な検証や情報通信技術を用いた分析、ユマニチュードに基づく支援ロボットの開発も始まっている[3]。

ユマニチュードは認知症高齢者に対する極めて有効なケア技法であるが、介護者が普段行っている方法と異なるため、正しく習得するためには専門インストラクターから教わる必要がある。例えば、ユマニチュードの重要な要素である「立たせる」においては、①介護者と被介護者の胸を密着させ、②介護者を前方に移動させ、重心を両者の足を結ぶ支持基底面内に移動させ、③介護者の立ち上がり動作に合わせて腹を近づけ、被介護者自身が膝を伸ばして立ち上がる技術が用いられる（図1左）。一方で、通常の立ち上がり介助では、①腰や腕、脇の下を掴み、②体を離れたまま上に引っ張る動作が行われる（図1右）。両者の差は体の距離間隔であり、特に胸や腹の密着度や距離の時間変化が全く異なる。

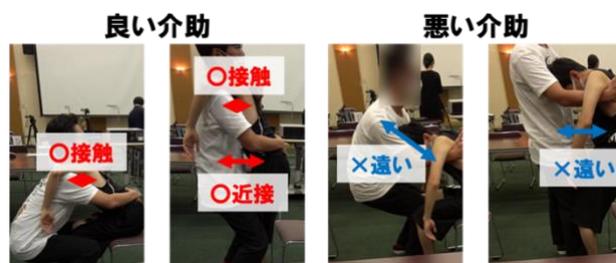


図1 ユマニチュードに基づく良い介助と悪い介助

このような違いを頭では理解できても、習得するためには、インストラクターに確認してもらいながら、実際に介助を行うことを通して、体の距離感を身につける必要がある。しかし、もし介助時の介護者と被介護者の密着度や距離を連続して計測することができれば、ユマニチュードの技術を定量的に評価でき、インストラクターがいない状況でも、介助技術の効果的な習得を支援するシステムの構築が可能となると考えられる。しかし、立ち上がり動作の介助は介護者と被介護者が近いとオクルージョンが発生しやすく、既存のモーションキャプチャや、RGB-Dセンサを用いた画像による姿勢推定だけでは計測が困難であるという課題があった。また、そういったセンサでは胸の密着度と腹の距離など、異なる物理量を同時に計測することはできない。

以上より、本研究では、ユマニチュードに基づく立ち上がり動作介助が他の介助動作に比べてどのように異なるのかを定量的に明らかにし、触覚センサを用いて介助時の介護者と被介護者間の密着状態を計測できるシステムを構築する。将来的にはそれを元にユマニチュードによる立ち上がり動作介助訓練システムの実現を目指す。本稿では、その概要について述べる。

¹ 国際電気通信基礎技術研究所

² 九州大学

[†] sumioka@atr.jp

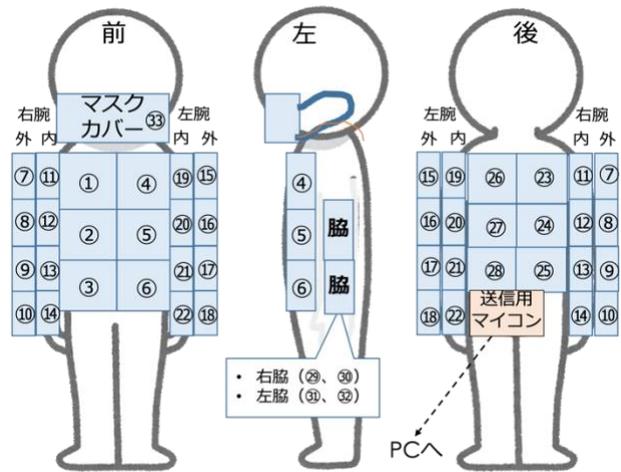


図 2 割烹着型触覚センサ

2. 関連研究

ユマニチュードにおいて介護者と被介護者の間の触れ合いは重要な要素であり、ユマニチュード実践者がどのように触れているかを計測する取り組みが進んでいる。Hiramatsu *et al.*は、ユマニチュード学習者の触れ合いを計測・評価するために、仮想現実 (VR) 技術とウェアラブル触覚センサを用いた訓練システムを開発している[4]。被介護者の代わりとなるマネキンに触覚センサを装着し、VR 技術によって高齢者の顔を投影させることで、実際に介護を行っている状況を体験させながら、接触状態を計測することを目指している。しかし、このシステムでは、介護者と被介護者の立ち上がり動作介助場面を想定しておらず、介護者と被介護者両方の接触状態を計測することは難しい。また、使用しているウェアラブル触覚センサは一般の服に比べて少し重く、硬いため、着用した状態で普段の動作を行うには支障がある。実際の介助の状況を計測するためには着用者が普段の動作を行えるよう、着用しても違和感のない、軽く、柔らかいセンサが必要である。

住岡らは、これまで社会的関わりの際に生じる接触行動を計測するために、導電性の布を接触センサとして用いたセンサースーツを開発してきた[5]。この布型接触センサは柔軟・軽量であるため、介護者や被介護者が装着しても違和感なく動作を行うことができる。また、静電容量型であるため、近接センサとしても利用可能であり、実際に密着していないような介護者と被介護者の近接距離も測定できる可能性がある。

そこで、本研究では、この布型接触センサを用いて、介護者と被介護者の両者が着用できる服型触覚センサを開発する。

3. システム概要

図 2 に開発した割烹着型触覚センサの概要を示す。本研究では、着用者への負担を軽減するために、できるだけ容易に脱着できる割烹着のような後ろ開きタイプとした。開発したセンサはマスクカバーを含め、上半身に 33 チャンネルの布型センサを備えている。使用する布型センサは、接触センサとして人が触れたかどうかだけでなく、ある程

度接触の強さについても計測が可能である。また、近接センサとして、近距離の状態も判定が可能である。各センサには静電容量読み取り用の小型マイコン基盤が備え付けられており、各センサ基盤は伸縮性のある布型導線によって配線されており、I2C 通信でセンサ値を送信用マイコン (M5Stack ATOM Matrix) に送る。送信用マイコンは全てのセンサデータを UDP によって無線で発信する。本研究では、割烹着型センサを 2 着用し、介護者と被介護者両者に着せることで、立ち上がり動作介助におけるそれぞれの接触状態を計測する。

図 3 に人間がそれぞれ着用し、立ち上がり動作介助を行ったときのセンサの反応例を示す。赤色の濃さは接触の強さを表しており、強く触れている部分は濃い赤となっている。介助者は被介助者の腰回りに腕を回していることや、両者が胸を接触させていること、介助者は腕を回しているが脇部には十分な接触が生じていないことなど介助時の接触状態を知ることができる。このように 2 つの割烹着型センサから送られてきたデータを同時に計測することで、介護者、被介護者それぞれのどの身体部位が接触しているかについて確認しながら計測することができる。

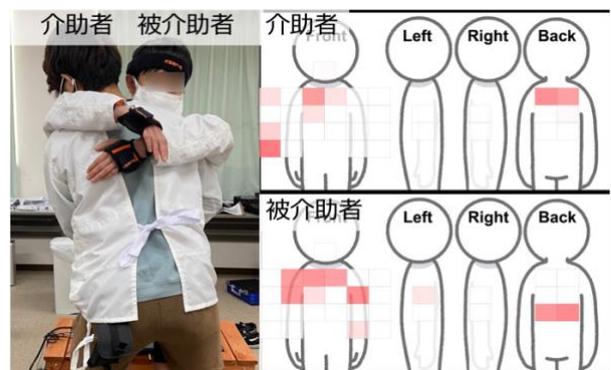


図 3 計測インターフェースと反応例

4. 考察

本提案システムは、ユマニチュードに基づく立ち上がり

動作介助における方法を定量的に明らかにするために、触覚センサを用いて介助時の介護者と被介護者間の密着状態を計測するだけでなく、その他の触れ合いを伴うインタラクションの計測にも利用が可能である。例えば、人同士の触れ合いについてより自然な状況で計測することにも利用できると考えられる。抱擁など、一部の触れ合いについては、心地よい接触時間や触れ合いの方法について、アンケートを用いて調査が行われているが[6]、本システムを用いることで、接触分布のより定量的な計測が期待できる。また、本システムは無線で動作し、消費電力も小さいため、触れ合いを伴うインタラクションを長時間計測できる。そのため、一日の触れ合いの回数など、他のライフログでは困難な触れ合いのライフログにもつながる。

服型触覚センサは、触れ合いの計測だけでなく、他の情報を推定するための計算装置としても利用できる可能性がある。Sumioka *et al.*では、左腕に9チャンネルの布型センサがついたセンサスーツに物理リザバー計算の考えを導入し、1分程度のモーションキャプチャからの姿勢データを教師信号として学習することで、センサデータだけから着用者の姿勢を推定する方法を提案している[7]。これを用いることで、カメラがない場所でも着用者同士の姿勢を推定することもできるため、触れ合いだけでなく、姿勢やジェスチャーも含めたマルチモーダルな社会的インタラクションを計測するシステムの実現にもつながる。

5. 展示

今回のデモ展示では、開発したシステムを展示する。介護者役の人間がシステムを装着し、被介護者役のマネキンを持ち上げる状況においてセンサシステムの状態を示すデモを行う。

謝辞 本研究は JST, CREST, JPMJCR18A1 および JPMJCR17A5 の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] Livingston, G. et al.: “Dementia prevention, intervention, and care,” *The Lancet*, vol. 390, no. 10113, pp. 2673–2734, 2017.
- [2] 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.
- [3] Sumioka, H., Shiomi, M., Honda, M., and Nakazawa, A. “Technical Challenges for Smooth Interaction With Seniors With Dementia: Lessons From HumanityTM.” *Front. Robot. AI* 8., 2021 doi:10.3389/frobt.2021.650906.
- [4] Hiramatsu, T., Kamei, M., Inoue, D., Kawamura, A., An, Q., and Kurazume, R.. “Development of Dementia Care Training System Based on Augmented Reality and Whole Body Wearable Tactile Sensor”, in *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Las Vegas, 4148–4154, 2020. doi:10.1109/IROS45743.2020.9341039
- [5] 住岡 英信, 港 隆史, 塩見 昌裕, “ソーシャルタッチのためのセンサスーツの開発とその応用”, *インタラクション 2020*, 1B-37 (デモ発表), 2020
- [6] Dueren, A. L., Vafeiadou, A., Edgar, C., and Banissy, M. J., “The influence of duration, arm crossing style, gender, and emotional

closeness on hugging behaviour,” *Acta Psychologica*, vol. 221, p. 103441, 2021, doi: 10.1016/j.actpsy.2021.103441.

- [7] Sumioka, H., Nakajima, H., Sakai, K., Minato, T., and Shiomi, M., “Wearable Tactile Sensor Suit for Natural Body Dynamics Extraction: Case Study on Posture Prediction Based on Physical Reservoir Computing”, in *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Prague, 9481–9488. 2021. doi:10.1109/IROS45743.2020.9341039