

中澤 篤志

京都大学大学院情報学研究科
准教授

「優しい介護」インタラクションの計算的・脳科学的解明

§ 1. 研究成果の概要

本チームでは、「優しい介護」ユマニチュードのケア技術を、ウェアラブルセンサー、環境センサーなどで取得、定量化し、統計的解析などを用いて優しいケアスキルがどのような要素から構成されるのかを計算機的に解析し、介護スキルの学習システムの開発につなげることを目的としています。また、優しい介護スキルがどうして認知症の人に有効に働くかを認知／脳科学的に原理解明しようとしています。本年度の成果は以下のとおりです。

■ 「見る」技術の計測と解析

● 優しい介護の「見つめる」技術の解析

一人称視点映像からの介護スキル評価について、昨年度作成したデータセットを用いて解析し、熟練者と初学者の違いを統計的に明らかにした。具体的には、熟練者と初学者の間で被介護者とのアイコンタクト頻度、相対顔距離および角度に有意な違いが見いだせ、この成果を論文として出版した。また、ユマニチュードの ASD 親子関係への介入実験のための視線行動計測システムを構築し、実験を行った。

● 優しく「見つめる」行動が可能なアンドロイドロボットへの展開

優しい介護の「見つめる」技術の解析および視線計測装置から得られた会話中の視線行動(アイコンタクトやまばたき)を模倣したり、ルールベースの視線行動を提示したりできるアンドロイドロボットを使って、ロボットの視線行動の違いによる受け手の印象の変化を評価した。本研究を、男性被験者、女性被験者に対して同様の実験を行い、男女の差を比較した。その結果、女性の方が少しの違いでも見分ける傾向があるためか、男性に比べて不自然な行動に対しても印象が大きく分散する傾向があることを確認した。

■ 「触れる」技術の計測と解析

- 優しい介護の「触れる」技術を測る全身触覚センサ

ユマニチュードにおける「触れる技術」を計測するための全身型触覚センサを開発した。このセンサには2センチ四方の触覚センサが5,754個取り付けられ、衣服のように着用することで、介護者が被介護者に触れた位置と力が計測できる。このセンサを用いてユマニチュードのインストラクタと一般の介護士による介護動作を比較した結果、インストラクタは体位変換時により弱い力で患者に触れていることが分かった。

- ロボットによる「触れる」技術の再現と心理学実験

「触れる」ロボットを使って被験者に触れ、主観評価や感情センシング技術を使って被験者の印象を評価することで、「触れる技術」に関わる要因を明らかにするためのフレームワークを構築した。人の手を模したハンドを開発し、2つの速度(3cm/s or 30 cm/s)の優しい撫で動作を生成した。人の撫で動作と比較することで、1)撫で動作の違いによる印象の違いが人、ロボットによらないこと、2)30cm/sの撫で動作が人とロボットハンドで共通して快の反応をもたらすこと、を明らかにした。

- 遠隔データ収集・教育システムおよびAR教育システム

- タブレット端末を用いた「優しい介護」の遠隔教育システムの実装と評価

ケア技術教育において、指導者が現場で直接指導するオンサイト型教育の教育効果を人工知能を用いて評価するシステムを開発した。さらにオンサイト型教育の課題である時間的・空間的・経済的負担軽減のための遠隔データ収集システムとそれを用いた教育システムの開発を行った。このシステムは来年度自治体での社会実装を行う。

また、石川チームではケアにおけるエビデンスを蓄積し、根拠に基づいた適切なケアが実施できるEvidence-based careシステムを活用し、病院全体でユマニチュードを学習できる環境を構築した。ユマニチュードの基本スキルとケアのステップ情報を評価したデータによるフィードバックと、インストラクタの映像指導が融合することによって、システムと人が協同した学習の仕組みに発展できる可能性が示唆された。

- 一人称視点映像による優しい介護スキル評価システムの開発

一人称視点映像からのスキル解析をエンドユーザーに提供するためのシステム開発を開始した。エンドユーザーが装着したウェアラブルカメラから得た映像はスマートフォンで記録され、そのままオンラインでサーバーにアップロード、解析が行われる。解析結果から、相手とのアイコンタクト頻度、顔間距離などが得られ、そこから、スキルスコアが計算されフィードバックされる。類似のタスクを行うエキスパートの比較結果から、どのような点を改善すればよいかが視覚化される。

- AR(Augmented Reality)による「優しい介護」体験システムの開発

新たに開発した全身型触覚センサとARゴーグルを組み合わせ、あたかも目の前に認知症高齢者がおり、視線を合わせる、優しく触り続けるなどのユマニチュードの技術を用いた介護が体験できるユマニチュード教育システムを開発した。このシステムを認知症高齢者の家族に使っていただき、使用感や印象、改良点など様々な知見が得られた。

- 優しい介護の対人スキルの理解

ユマニチュードの対人スキルの効果の検証のため、心理学・fMRI研究を実施した。心理学研究

では特に、高齢者における表情知覚のパターンを検討した。身体的・認知的に健常な高齢者・若年者を対象として、視覚探索課題(周辺視野に呈示される複数の画像の中からのターゲット検出)で怒りと幸福の表情知覚の反応時間を測定したところ、高齢者において幸福表情の知覚能力が低下していることが示された。fMRI 研究では、ユマニチュードの対人スキルの作用メカニズムを解明するための基礎研究として、表情に対する脳活動の fMRI 研究を実施した。怒り・幸福の動的表情および動的モザイク画像を観察中の脳活動を計測したところ、動的表情の観察は動的モザイクに比べて、両側後方領域(上側頭溝など)、辺縁系(扁桃体や腹内側前頭前野)、右下前頭回と左小脳を強く活動させた。また側性化の解析から、上側頭溝と下前頭回における右半球優位、小脳における左半球優位が示された。この他、自閉症の対人問題の神経基盤の概論執筆、自閉症者の表情に対する脳活動の fMRI 研究、社会的サポート知覚の脳活動の fMRI 研究を実施した。

「優しい」の測定として、表情の画像解析を実施した。生理指標からの感情センシング研究を実施した。感情センシングウェアラブル装置を開発した。

【代表的な原著論文】

1. Atsushi Nakazawa, Yu Mitsuzumi, Yuki Watanabe, Ryo Kurazume, Sakiko Yoshikawa, Miwako Honda, First-person video analysis for evaluating skill level in the humanitude tender-care technique, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Vol.98, No. 1, pp.103-118, 2020.
2. Wataru Sato, Takanori Kochiyama, Shota Uono, Reiko Sawada, and Sakiko Yoshikawa. “Amygdala activity related to perceived social support”, *Scientific Reports*, vol. 10, pp.2951, 2020.
3. Wataru Sato, Takanori Kochiyama, Shota Uono, Sayaka Yoshipimura, Yasutaka Kubota, Reiko Sawada, Morimitsu Sakihama, and Motomi Toichi, “Atypical amygdala-neocortex interaction during dynamic facial expression processing in autism spectrum disorder”, *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 13, pp.351, 2019.

§ 2. 研究実施体制

(1) 中澤グループ

①研究代表者: 中澤 篤志 (京都大学大学院情報学研究科 准教授)

②研究項目

- ・頑健な顔検出アルゴリズムの構築, 頑健なアイコンタクト検出アルゴリズムの構築
- ・介護行動データセットの作成
- ・優しいケア熟練者・初学者間の「見つめる」スキル比較

(2) 倉爪グループ

①主たる共同研究者: 倉爪 亮 (九州大学・大学院システム情報科学研究所 教授)

②研究項目

- ・Big Sensor Box における身体動作・話しかけスキルの計測・定量化
- ・介護施設への移動, 設置が可能な簡易型 Portable B-sen の開発
- ・介護行動データセットの作成

(3) 本田グループ

①主たる共同研究者: 本田 美和子 (独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター総合内科 医長)

②研究項目

- ・ケア技術データを集積
- ・医療機関における高齢者ケア技術教育
- ・ケア技術教育とその社会実装
- ・社会実装のパイロット研究
- ・介護行動データセットの作成

(4) 佐藤グループ

①主たる共同研究者: 佐藤 弥 (京都大学こころの未来研究センター 特定准教授)

②研究項目

- ・感情的表情を定量化する解析アルゴリズムの構築
- ・感情的表情の神経基盤の fMRI 研究
- ・表情を通じた感情増幅の心理学研究
- ・表情を通じた感情増幅の fMRI 研究
- ・アイコンタクトの心理学研究
- ・現実場面で感情的表情を検出するウェアラブル装置の開発
- ・介護行動データセットの作成

(5) 石川グループ

①主たる共同研究者: 石川 翔吾(静岡大学情報学部 助教)

②研究項目

- ・ケア技術の評価システム
- ・ケア技術の標準化と教育システム開発
- ・マルチモーダル行動分析システム開発
- ・ケア技術教育介入研究

(6) 高松グループ

①主たる共同研究者: 高松淳(奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授)

②研究項目

- ・身体・視線行動計測システムの構築
- ・アバター・人型ロボットによる模倣
- ・外的刺激・身体・視線行動のモデル化