

ユマニチュードエージェントシステムにおける視覚・音声提示と連携する触覚提示の提案

マンキン^{1*} 米澤朋子¹
Xin Wan¹ Tomoko Yonezawa¹

¹ 関西大学

¹ Kansai University

Abstract: 本研究では、認知症高齢者の介護導入や介護実施を支援し、ユーザに自然さを感じさせ安心感をもたらすことを狙い、ユマニチュード方式のマルチモーダルインタラクションエージェントシステムの実装を目指している。これまでに、壁に投影された仮想エージェントが「触る」表現を実現するため、ユーザの体表に風圧を与え触感をシミュレーションする、非装着的な触覚デバイスを提案した。本稿では、触覚デバイスのリアリティを向上させるため、接触時に発生する音声と視覚を触覚提示連携させ、触れられた実感を与える可能性について基礎的な検討を行う。

1 はじめに

現在の日本において、少子高齢化による社会の諸問題の中で、賃金不足や労働者不足は大きな問題となり[1]、認知症高齢者の介護問題が注目されている。

介護分野において「ユマニチュード」[2][3]という「見る」「触る」「話す」「立つ」技法を用いるマルチモーダルコミュニケーションケアが知られている。被介護者に対する尊重の姿勢を具体的に示せる手法で、このプロセスを経てケアを受け入れられやすくすることで介護しやすくなったり問題行動の減少が期待される。

一方、情報分野における技術の発展により、前述した社会問題に対し、介護者を代替する様々なエージェントを適用することで、問題が改善され[4][5][6]ることが可能になった[7]。認知症高齢者の日常生活を支援するエージェントは多く存在する。音声対話によるカウンセリングエージェント[8][10][9]が複数存在し、また、カメラにより認知症高齢者を観察したり行動を記録したりするような見守りエージェント[14][11][12]もある。

しかし一方で、ユーザの主體的な相談となるカウンセリングエージェントと異なり、認知症高齢者のケア前後の心理的な問題に着眼し、安心や信頼を感じる心理状態に誘導しケアを導入するようなエージェントシステムはほとんど存在しない。そして、認知症高齢者は病気により言語や判断などの反応力が弱くなる[13]ため、カウンセリングエージェントシステムのように単一的な音声対話や文字対話[21]をインタラクション

手段として利用することは適切ではない。これらの問題に対し、マルチモーダルインタラクションを応用したユマニチュードケアの姿勢を示すエージェントシステムで解決できると考えられる。

これまでに我々の研究結果[15]から、ユマニチュードケア技法「見る」に基づき、ケア前の話しかけに先駆けて、エージェントがユーザの顔向きに応じて移動することでユーザの視野内に入り、接近行動、接触を示すことで親近感、信頼感、存在感をもたらすことが明らかになった。そこから、ユマニチュードのプロセスに従い、認知症高齢者に親近感や信頼感、存在感を感じさせ、話しかけるケアを受け入れられるため、エージェントを用いた際にもユマニチュードの「触る」が必要であることが改めて示された。

本稿では、これまでに提案したユマニチュードエージェントシステムにおける視覚・音声提示と連携する触覚提示システムを改良する手法を提案する。具体的には、これまでに構成した1) エージェントがユーザに近づく視覚提示、2) 撫でる音を流す音声提示を用いながら、新規に3) 触覚デバイスによる接触提示における風圧および風方向制御を通した「撫でる」表現を実現する手法を提案する。これにより触覚のリアリティを高め、より自然なユマニチュードケアの実装により認知症高齢者のケアの支援の実現性を高めることを狙う。

2 関連研究

物理的なロボットは実世界に存在する身体を持ち、ロボットの存在性が強く示される。空間共有性と接触可

*連絡先： 関西大学

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1
E-mail: k805631@kansai-u.ac.jp

能性がバーチャルエージェントと異なると考えられる。例えば、触覚を通じてロボットの鳥肌や発汗などの表出により、ユーザに共感されやすい [20] というメリットを持つ。また、簡単なインタラクションを行った際に、バーチャルエージェントに比べロボットの方がユーザが「信頼感」を感じやすいという結果もある [23]。

ロボットの空間共有性に関し、ユーザと同じ物理空間に存在するため、仮想空間で表示された仮想エージェントと比べ、ユーザにより身近な存在と感じさせることに有利であるが、ロボットは常にユーザと実空間をシェアするため、「頼みもしないのにロボットに監視されている」という不快な倫理的問題が生じる [16]。その点で、形を表したり、消せたりする仮想エージェントは、介護シーンにおいてロボットより有利な側面があると考えた。エージェントが物理的な身体を持った方が良いか、仮想エージェントの方が適合するかについては、タスクに依存する。ユマニチュードケアの基本は、認知症高齢者を尊重し、人間らしさを示すことである。必要な時は接触をすることを実現しつつ、アンビエントにもなりうるバーチャルエージェントを利用することは、認知症高齢者の生活における侵害感を与え過ぎない上で有利である。

本ユマニチュードエージェントのタスクは認知症高齢者の日常生活を支援する。信頼感をユーザに与え、ユーザと良い関係を構築することで、高齢者にケアを受け入れやすくさせることを目的とする。過去の試みでは、プロジェクタにより人間とほぼ同じサイズの身体を壁面投影しエージェントが手前に移動することで、物理的に接近したかのように示せる傾向があることが明らかになった [22][24]。

既存のエージェントシステムの多くは、センサによって環境を知覚し、環境に対してアクチュエータを介して動作を出力する [25]。アクチュエータの中でも、人間に対して触覚デバイスを用いた触覚コミュニケーションを提供することにより感情を伝達することに関わる研究がある。

石原ら [26] は、ロボットの外観が与える触感と性格印象への影響を検討した。その結果、ロボットの外観に関わらず、触感好感が親近感を向上させ、触感の好感と弾性感が力量感を向上させる効果が明らかになった。孟ら [27] は、ロボットの皮膚上に現れる鳥肌・震え・発汗による視覚的・触覚的な表現を組み合わせることにより、異なる感情のニュアンスが表出できる効果があることを示した。米澤ら [17] は、ユーザとロボットの相互の触れ合いによる感情的なふれあいを実現することを目的として、人間の上腕部に対するロボットの触れ方のモデル化を試みた。ロボットの接触行為を周期の時間長と移動距離を用いてモデル化し、ロボットの感情に応じた様々な触れ方を生成したり、ロボットの相手であるユーザへの気遣いも示す方法が提案さ

れた。

このように、システムが触覚提示を用いることで、ユーザと感情的な伝達や共感をしやすいメリットがある。その一方で、仮想エージェントとのコミュニケーションにおける接触インタラクションは、音声、視線、動作表現などの非接触的なマルチモーダルインタラクションが多く提案されているのに対し、あまり議論されてない。

そこで、本稿では、仮想エージェントシステムを利用した認知症高齢者の日常ケア支援を目的とし、プロジェクタから壁面投影する擬人化仮想エージェントに対し「触れる」表現を取り入れたシステムを検討する。新たなマルチモーダルインタラクションとして、視覚・音声と連携した触覚提示を行うことにより、ケア前の話しかけをユマニチュードのプロセスにより導入できるシステムを検討する。

3 システム

3.1 システム概要

本研究は、認知症高齢者のケアを支援するため、ユマニチュード技法によりエージェントが高齢者ユーザに働きかけることでケア前に導入的インタラクションを行い、後続のケアを円滑に進めることを目的とした。本稿では、ユマニチュードケア技法中の「触る」を、物理的身体性を持たないバーチャルエージェント上での実現を目指し、視覚・聴覚・触覚を用いた、視界へ入ること、接近すること、接触することの表現を組み合わせたエージェントシステムを提案する。

本提案システムは視覚提示部、触覚提示部、音声提示部からなる。視覚提示部は、プロジェクタで壁面に投影した擬人化エージェントによって、実世界の人間に接近するかのように表される。触覚提示部は、ハードウェア制御により撫でる触感を表現する。音声提示部は触覚提示部のハードウェア制御と連携し、皮膚上を撫でる音を表現する。これらのシステムの各部分を組み合わせることで、人間にエージェントの存在感やユーザへの尊重を感じさせる態度を示したり、自然な接触を感じさせることを目指す。

3.2 システム構成

3.2.1 視覚提示部

本システムの視覚提示部のハードウェアは、擬人化エージェントを投影するプロジェクタおよび制御するコンピュータによって構成される。エージェントの外

観はPCでprocessing3.3¹を用いて描画し、プロジェクタ（RICOH PJ WX4141）を用いて映像出力することでエージェントを壁に投影する。

エージェントの存在感や撫でる行動の自然さを実現する最小構成のため、まずエージェントの外観として図1のように、顔と胴体、および手足のあるエージェントを描画した。エージェントの背景は奥行きのある直方体のような壁・床・天井のある空間とし、ユーザの部屋とつながっているように描画した。エージェントの足の長さを交互に変化させ、ユーザにエージェントが歩いているように見える表現とした。また、エージェントがユーザ側に近づく行動を表すため、バーチャル空間でユーザ側（z軸方向）を移動するように設定し、結果としてエージェントが壁面上で次第に拡大されるように表示された。

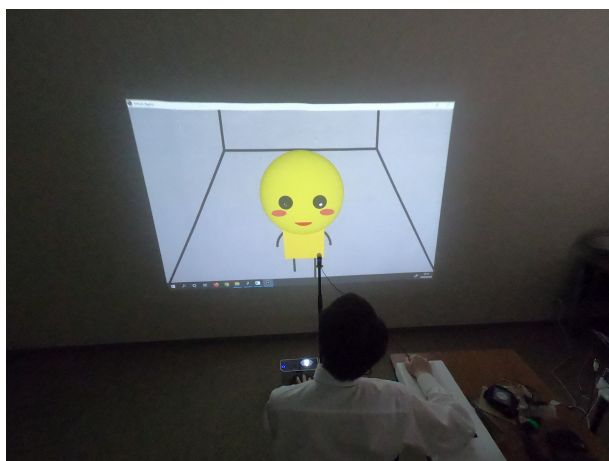


図 1: 視覚提示部

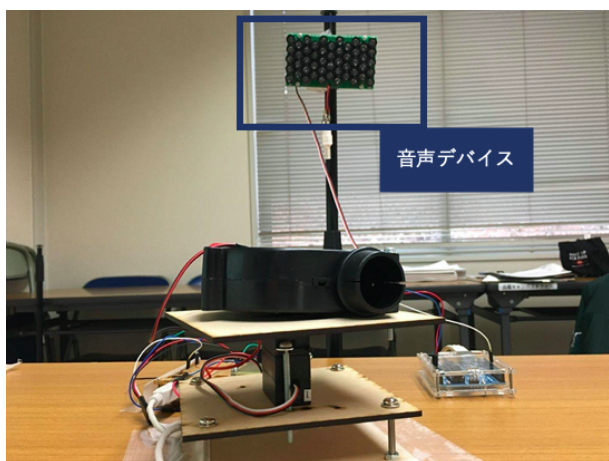


図 2: 音声提示部

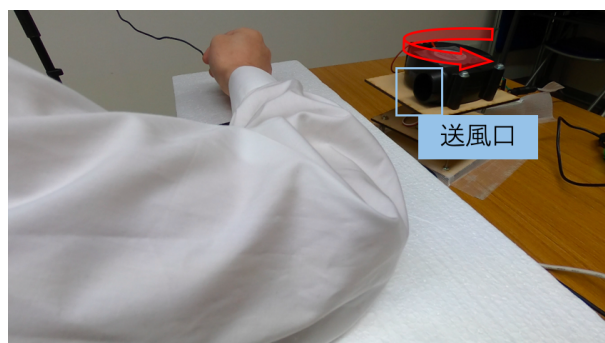


図 3: 触覚デバイス

3.2.2 触覚提示部

あらかじめ接近したエージェントが、ユーザに触れるような触覚刺激を生成するため、非装着の触覚デバイスを検討した。人間の肌に風圧を与え、その風圧の駆動時間や方向を制御するシステムとした。ユマニチュードの「触る」の技法に従い、エージェントの接近動作が終了した約3秒後に触覚デバイスを駆動することとした。

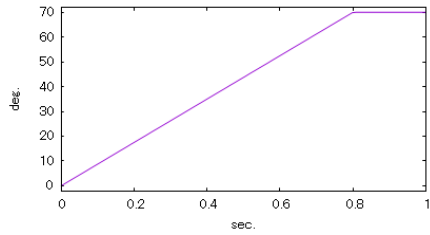
触覚デバイスのハードウェア構造は、図3に示すとおり、ブローワー（NO. DC-P-R-3）とサーボモータ（S03T2BBMG）、およびArduino UNOを用いて実装した。ブローワーによって人間の前腕部に風圧を与えることで、接触で生ずる圧力を模す。また、ブローワーをサーボモータに載せ、サーボモータの回転（図4-4a）によってユーザの上腕部を移動する風圧を与えることで、肘から手首まで（図4-??）を撫でられている感覚をシミュレーションした。

この際、サーボモータの回転角度でブローワーの向きを決定し、撫でる範囲と方向を制御する必要がある。サーボモータとブローワーの動きはArduino UNOを介して制御し、ブローワーを水平方向に0度から70度までサーボモータにより回転させる動きを実装した。

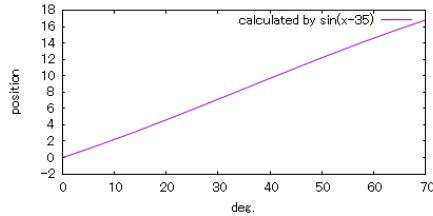
ブローワーを用いて一方向に撫でる時、実際になでる感覚に近づけるため、接触終了時は肌への風圧が次第に小さくなるように設計した。ブローワーの電源をONの状態からOFFにすること（図5-5a）によって、ブローワーのファンの回転を調整し、肌に与える風圧の強弱（図5-5b）を決めた。

サーボモータの1回の回転（肘から手首までの撫でる動作）の時間を0.8秒に設定し、ブローワーの強風圧を動作から0.5秒に設定し、人間が撫でる際に肌に与える力の強弱表現を、触覚デバイスによって再現使用と考えた。

¹<http://processing.org>

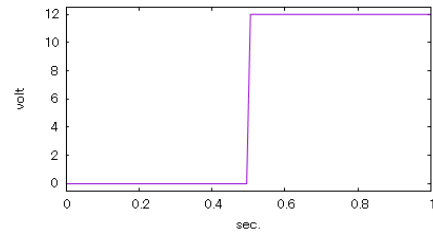


(a) サーボモータの角度変化

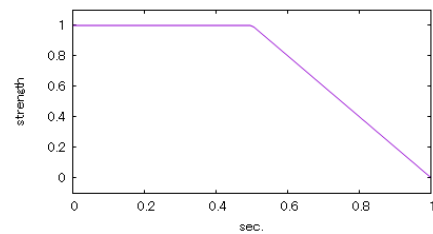


(b)

図 4: 撫でる動作による腕上の位置変化



(a) 風量生成



(b) 風量調整

図 5: 風量生成と風量調整

3.2.3 音声提示部

本システムの音声デバイスを図 2 に示す。実際に皮膚を撫でる際の摩擦音が出る。撫でる感覚をより自然にユーザに感じさせるため、パラメトリックスピーカ (K-02617, FM 変調方式, 周波数特性: 400Hz-5kHz) を用いて、撫でる際に本来発生するであろう摩擦音を出力する。

また、触覚デバイスの動きと同様に、サーボモータをパラメトリックスピーカの取り付け部に適用し、パラメトリックスピーカの超音波照射方向を制御した。このことで、触覚デバイスが当たる場所に応じた位置から摩擦音が発生したようにユーザに聞かせるように設計した。

この音声デバイスは触覚デバイスが駆動されると同時に駆動する。

4 おわりに

本稿では、これまでに提案したユマニチュード方式のマルチモーダルインタラクション用壁面投影仮想エージェント [15] において、「触る」表現を非装着デバイスによりリアルに再現するため、ユーザの体表に移動風圧を与え触感をシミュレーションする手法を提案した。エージェントの存在感を高め、撫でる触感のリアリティーを向上させるため、触覚提示を 1) 仮想空間内の接近視覚提示, 2) 衣類上の摩擦音の音声提示, と連携して行うためのシステムを試作した。今後は、提案された手法を用いる触覚デバイスが、エージェントの存在感や親近感, 信頼感, 自然さをもたらすかどうか, 実験により検証するとともに、擬人化エージェントシス

テムの視覚提示に撫でるふるまい表現を追加するなど、触覚提示のリアリティを高めるための追加検討を行いたい。

謝辞

本研究は一部科研費 19H04154, 19K12090, 18K11383, 2570021 の助成を受け実施したものである。

参考文献

- [1] 厚生労働省:2025 年に向けた介護人材にかかる需給推計 (確定値) について; <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000088998.html>(2015).
- [2] イヴ・ジネスト, ロゼット・マレスコッティ, 本田美和子. (2016). 「ユマニチュード」 という革命: なぜ, このケアで認知症高齢者と心が通うのか. 誠文堂新光社.
- [3] M. Honda, M. Mori, S. Hayashi, K. Moriya, R. Marescotti, and Y. Gineste, “The effectiveness of french origin dementia care method; humanity to acute care hospitals in japan,” *European Geriatric Medicine*, no. 4, p. S207, 2013.
- [4] 大中慎一, 安藤友人, 岩沢透. (2001). 人とのインタラクション機能を持つパーソナルロボット PaPeRo の紹介. 情報処理学会研究報告音声言語情報処理 (SLP), 2001(68 (2001-SLP-037)), 37-42.

- [5] 藤田雅博. (2000). エンタテインメントロボット: AIBO. 映像情報メディア学会誌, 54(5), 657-661.
- [6] Schulman, Daniel, and Timothy Bickmore. "Persuading users through counseling dialogue with a conversational agent." Proceedings of the 4th international conference on persuasive technology. ACM, 2009.
- [7] Kaneko, Kenji, et al. "Humanoid robot HRP-3." 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 2008.
- [8] 江端竜次, 角薫. (2013). サービスマインドを伝えるキャラクタエージェント対話システム. インタラクション.
- [9] 神田智子, 東野寛志. (2013). ユーザの社会的スキルが身体操作を行う対話エージェントの印象評価に及ぼす影響分析. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクセッション (HCI), 2013(26), 1-6.
- [10] 堀井翼, 櫻井義尚, 櫻井恵里子, 鶴田節夫. (2019). 来談者中心療法を用いたカウンセリングシステムの性能比較. 情報処理学会第 81 回全国大会, 7, 08.
- [11] 松村葉穂美, 高橋勇, 白井治彦, 小倉久和, 黒岩丈介, 小高知宏. (2008). 介護施設におけるビデオ映像からの介護計測: 計測支援システムの検討. 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, 107(555), 43-50.
- [12] 関弘和, 堀洋一. (2002). 高齢者モニタリングのためのカメラ画像を用いた異常動作検出. 電気学会論文誌 D (産業応用部門誌), 122(2), 182-188.
- [13] 石川翔吾, 佐々木勇輝, 伊東美緒, 本田美和子, 竹林洋一. (2016). 認知症の人のポジティブ感情を引き出すマルチモーダルコミュニケーションの検討. 人工知能学会全国大会論文集第 30 回全国大会 (2016). 一般社団法人 人工知能学会.
- [14] 中川健一, 杉原太郎, 小柴, 高塚亮三, 加藤直孝, 國藤進. (2008). 実社会指向アプローチによる認知症高齢者のための協調型介護支援システムの研究開発. 情報処理学会論文誌, 49(1), 2-10.
- [15] Xin, Wan, and Tomoko Yonezawa. "ユマニチュードエージェントのケア前マルチモーダルインタラクセッションに向けた基礎的検討.", HAI シンポジウム 2018, P-20.
- [16] Fogg, B. J. (2002). Persuasive technology: using computers to change what we think and do. Ubiquity, 2002(December), 5.
- [17] 米澤朋子, 山添大丈. (2019). 触れ合いにおける内部状態表出と感情解釈におけるモデル化の一検討. HAI シンポジウム 2018, G-16.
- [18] 寺田和憲. (2001). 視覚を有するエージェントのための触覚に基づく内部表現獲得手法に関する研究. 人工知能学会誌, 16(6), 879.
- [19] 高橋宣裕, 國安裕生, 佐藤未知, 福嶋政期, 古川正紘, 橋本悠希, 梶本裕之. 「接吻」に着目した触覚コミュニケーションデバイス. 情報処理学会 インタラクセッション.
- [20] 孟曉順, 吉田直人, 米澤朋子. (2017). ロボットハンド型寄り添いエージェントのための「握る」接触表現と感情伝達に関する検討. 2017 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, 2017.
- [21] Weizenbaum, Joseph. "ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine." Communications of the ACM 9.1 (1966): 36-45.
- [22] Cassell, J., Bickmore, T., Billinghurst, M., Campbell, L., Chang, K., (1999). Embodiment in conversational interfaces: Rea. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 520-527). ACM.
- [23] Kidd, Cory D., and Cynthia Breazeal. "Effect of a robot on user perceptions." 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)(IEEE Cat. No. 04CH37566). Vol. 4. IEEE, 2004.
- [24] 中原淳. (2004). Image Based Robot: 等身大人物動画を再生するインタラクティブシステム. 第 12 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2004) 論文集.
- [25] 寺田和憲. (2001). 視覚を有するエージェントのための触覚に基づく内部表現獲得手法に関する研究. 人工知能学会誌, 16(6), 879.
- [26] 石原尚, 山下裕基, 池田尊司, 浅田稔. (2018). 触感をもたらすロボット性格印象の変容に対する外見の人らしさの影響. 認知科学, 25(4), 435-450.
- [27] Xiaoshun Meng, N. Yoshida and T. Yonezawa, "Evaluations of involuntary cross-modal expressions on the skin of a communication robot," 2015 12th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), Goyang, 2015, pp. 347-352.