

接触的存在感を用いた高齢者睡眠支援システムの検討

張 雅沢¹ * マン キン¹

米澤 朋子^{1,2}

YAZE ZHANG¹

XIN WAN¹

TOMOKO YONEZAWA^{1,2}

¹ 関西大学大学院総合情報研究科

¹KANSAI University Graduate School of Informatics

² 関西大学総合情報学部

² KANSAI University Faculty of Informatics

Abstract: 本研究では、エージェントの視覚提示、音声提示と触覚提示を用い、ベッドへの誘導や睡眠の支援システムを提案する。本システムは、寄り添いエージェントがユーザの視野内に入って近づき、ベッドに入る様子を示す視覚提示部と、添い寝する人の腕や体を模した布団型触覚提示部から成る。エージェントが就寝の音声を提示して、ユーザをベッドに誘導し、ユーザに抱擁や軽く叩くような触覚を与えて入眠を促す。ユーザに視覚・触覚提示を行うことで、ユーザの精神を安定させ、眠気を促進することを狙う。

現在、日本のみならず世界的に高齢者人口の比率の増加が課題となっている。加齢に伴い、身体機能、認知機能や精神機能が低下することが報告された [1]。それらの機能の低下は、それぞれ相互関係していることが明らかにされている [2]。また、近年では、健康な生活を維持し、機能の低下を防ぐためには、良好な睡眠状態が極めて重要であることがある [3]。さらに、認知機能の低下によって、不安、抑うつ、興奮などの BPSD (Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia, 認知症の行動・心理症状) が現れやすくなり、認知症患者と介護者の QOL (Quality of Life, 生活の質) を低下させている。そこで、認知機能障害や QOL 低下を防ぐ重要なキーが睡眠障害にあると考えた。

睡眠障害には、1) 加齢と生活習慣による睡眠不足や睡眠リズム異常。2) 睡眠時無呼吸などに併発する症状 3) 過眠症や不眠症という睡眠自体の病気がある。本研究では、高齢者の日常生活を支援することを目的とし、加齢と生活習慣不良によって起きた睡眠不足や睡眠リズム異常等の睡眠障害を緩和するため、視覚提示、触覚提示、聴覚提示を用いた、ベッドへの誘導や睡眠誘導を支援するシステムを提案する。

本研究では、壁面スクリーンに投影されたエージェントが、ベッドに近づくとともにベッドに入る様子を提示することでユーザをベッドに誘導する。その後、布団に内包されたロボットアームを用いてユーザに対し抱擁、反復タッチなどの動作を模倣した触覚を提示す

ることで睡眠までの気分を和らげる。

高齢者が睡眠支援システムを通じエージェントに信頼感を持つことで、ケアの受け入れや、ストレス軽減、精神安定と眠気を促進する効果が期待される。

1 関連研究

1.1 睡眠と身体・認知・精神機能との関係

睡眠と身体機能の関係について、睡眠時間の長さにより握力や日常生活動作 (Activity of Daily Living: ADL) の質が変化すること、睡眠の質が虚弱体質につながる事が報告されている [5]。

睡眠と認知機能の関係について、7時間を超える睡眠をとっている高齢者は7時間程度の睡眠をとっている高齢者と比べて認知機能が低いことが報告されている [6]。これらのことから、睡眠は認知機能に影響を与えることが示唆される。

睡眠と精神機能の関係について、睡眠時間が短くなると、不安・緊張・抑うつの気分状態に陥りやすくなることが報告されている [7]。また、高齢者がうつ病を発症する危険因子として死別、身体的障害、うつ病の既往、女性であることその他、睡眠の質の低下が挙げられており、精神状態に対する睡眠の関連も示されている [8]。

以上のことから、睡眠状態は高齢者の身体・認知・精神機能に深く関わっていると考えられる。

*連絡先: 関西大学大学院総合情報研究科

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号

E-mail:k028857@kansai-u.ac.jp

1.2 人間同士の接触効果

ハグを含む社会的接触は、精神的および身体的なメリットとして幸福と健康を向上させる。先行研究 [9] では、ハグの行為により血圧が低下し、ストレスイベント下での心拍数の上昇を防ぐことが確認された。また、ハグはストレスを緩和したり、風邪の原因となる感染性ウイルスに対する免疫力を高めることも期待できるとされる [10]。皮膚上の摩擦や抱擁などの触覚刺激は、社会的結合と信頼行動を促進するホルモンであるオキシトシンの放出を誘発させるともいわれる [11]。触ることは、健康状態だけでなく精神方面にも影響する。J. D. Fisher らの研究では、[13] 接触に対する感情評価では、男性よりも女性のほうが好意的に捉える傾向が報告されている。また、接触なしと比べ、女性は接触ありの際に接触の主体や環境に良い印象を持っていると示された。

1.3 人間とロボットの触覚インタラクション

人間同士のコミュニケーションでは様々な感情伝達におけるモダリティがある。中でもノンバーバルな様々な表現を模すコミュニケーションロボット [19] の研究が増えている。これまで多く議論されてきた音声や、視線やジェスチャ等の身体的ふるまいを用いたコミュニケーションに加え、接触モダリティに関しても議論され始めている [20]。

人間とロボットのインタラクション (Human Robot Interaction, HRI) の研究分野では、アザラシロボット (Paro) に触れると、高齢者に精神健康に有用である [14] ことや、退屈な作業中の人々がロボットに触れられるとことで作業のモチベーションが高まりつまらないという印象が改善されること [15] などが示された。また、ロボットの接触と音声を組み合わせることで、ロボットの印象に影響を与えることも検証された [16]。

このような可能性を大いに含む接触を用いて睡眠前の気分改善をしていくことは有効だと考えられる。本研究では、仮想エージェントの共存感覚を高めるシステム [12] と併用する睡眠に寄り添うエージェントを提案する。普段はにユーザの生活に寄り添い、ベッドへの誘導を視覚的にエージェントの移動により示すと共に、ベッドに入った後のユーザに接触のような触覚提示を行うことで、ユーザの気分の改善をはかる。

2 提案システム

2.1 システム概要

本エージェントは、ユマニチュード手法を参考し、ユマニチュード手法およびこの手法を取り入れた研究 [12]

を参考し、視覚、聴覚、触覚に訴えるため、以下のようシステムを構成した。壁面にプロジェクションされる室内寄り添いエージェントが、1) ユーザの視野内に入って、2) ベッドに近づき、3) エージェントがベッドに入る様子を示す。その後、4) ユーザがベッドに入ると、添い寝者の腕や体を模した触覚生成装置によって、ユーザに抱擁や反復的に軽く叩く (patting) ような添い寝をする動きを行い、入眠を促す。

2.2 システム構成

2.2.1 視覚提示部

本システムの実験用の試作段階では、PowerPoint を利用してエージェントを描画した。そしてエージェントの存在感を表すため、図 1 のように、顔と身体、および手足のあるエージェントを描画し、プロジェクタ (EPSON EH-TW5200) によりエージェントを壁面スクリーンに投影する。エージェントの動きとしては、まず、1) エージェントの形を徐々に拡大し徐々に遠くからユーザの視野に入り 2) ベッドに近づくような表現をする。この際、エージェントの歩く動きのリアリティを高めるため、足の長さを交換的に変化させることで歩く動作を表現した。そして、3) エージェントがベッドに入る動きを表現するため、反時計回りに倒れるように x 軸に対し回転させた。この際、光の入眠への影響を減らすため、黒い背景を表示することとした。

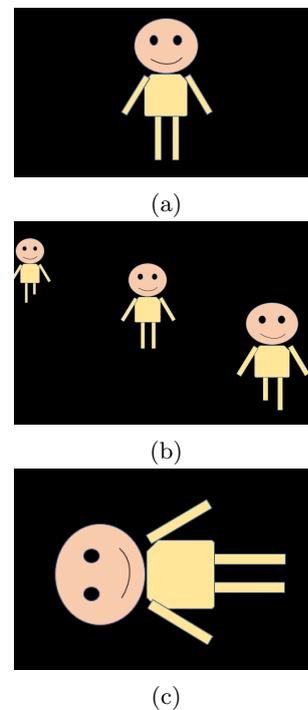


図 1: 視覚提示

2.2.2 触覚提示部

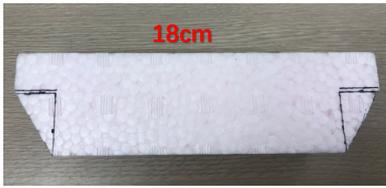


図 2: 腕のパーツ



図 3: プーリー



図 4: サーボモーター

次に触覚提示では、4) ユーザに対しそばにいるエージェントが触っているように感じさせるよう、布団が抱きしめたり反復接触 (patting) したりするようなシステムを下記の通り構成した。

触覚生成装置は図 1c に示す。触覚提示装置は添い寝者の腕の動きを模すものとし、3つの直方体発泡プラスチックをアームのボーンとして構成した。ここでは、各アームのパーツの長さは18 cmとした。アームを曲げる表現をするために、立方体発泡プラスチックの両端をわずかに切り取り、ちょうつがいを関節として3つのアームのパーツを繋げた。また、アームパーツの端から端へ穴を空け、そこを通るPP紐で3つの部分を内部で接続した。このPP紐の端は腕の先端に固定され、もう一方の端はプーリーに固定されており(図1, プーリーはサーボモーターによって駆動し、PP紐の張力でアームを曲げる。また、アームが自動的に元の状態になるように、2つのアーム部分の上部はゴム紐で固定されており、サーボモーターが戻ると、ゴム紐の弾性力によってアームも復元される。アームを曲げ



図 5: ロボットアーム

る時間と頻度を調整することによって、抱擁と反復接触の動作を表す。このアーム部分を布団に内包することで、布団とともに寝ているエージェントに触れられるような感覚を狙った。

今回の試作では、抱擁の動作の表現として、曲げる時間を6秒、回数を1回に設定した。また、反復接触の動作の表現として、曲げる時間は1秒、回数を6回に設定した。

現在提案システムによる1)から4)のステップによる誘導効果の有効性を検証中である。

3 おわりに

本研究では、壁面投影型エージェントがベッドにユーザを誘導する視覚提示、およびベッドに入ったユーザに対する抱擁や軽く叩く反復接触動作の接触表現提示、をそれぞれ組み合わせることにより、睡眠への穏やかな導入を目指すシステムを提案した。想定利用者である認知症高齢者が、エージェントから愛され、尊重され、慰められている感覚を得ることで、エージェントへの信頼感や安心感をもたらすと考えた。

実際に、睡眠の質を改善する効果があるかは未検証であるが、今後、まず本システムを用いたベッドへの誘導効果および睡眠支援効果の評価を行う必要があると考えている。またそれとともに、生理計測システムを追加して、赤外線カメラや圧力センサにより読み取るユーザの状態に応じた接触刺激を与える予定である。また、最終的には、高齢者だけでなく様々な対象ユーザで活用できる睡眠支援システムの実現を目指す。

本研究では、抱擁や軽く叩く動作によって、高齢者に愛され、尊重され、慰められている感覚を与える。また、ユーザに安心感、安定感、信頼感を与える。それらによって睡眠の質を改善し、睡眠支援の効果を実現する。

今後、本システムを用いた睡眠支援効果の評価を行うとともに、生理計測システムに追加して、赤外線カメラや圧力センサによりユーザの表情や姿勢を読み取り、ユーザの状態によって、抱擁や軽く叩く動作を行うことが必要であると考えられる。また、最終的には高齢者だけでなく、様々な対象で活用できる睡眠支援システムの実現を目指す。

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] 令和元年版高齢社会白書（全体版）；
<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/zenbun/index.html>
- [2] 大杉紘徳, 村田伸, 久保温子, 八谷瑞紀, 江渡文, 藤原和彦, 上城憲司. (2014). 秒椅子立ち上がりテストの成績には注意機能が関連する. 健康支援 = Japanese journal of health promotion, 16(1), 1-6.
- [3] Self-reported sleep duration as a predictor of all-cause mortality: results from the JACC study, Japan. Sleep, 2004, 27.1: 51-54.
- [4] 大杉紘徳, 村田伸, 白岩加代子, 安彦鉄平, 阿波邦彦, 窓場勝之, 堀江淳. (2016). 高齢者の主観的な睡眠状態と身体・認知・精神機能との関係. 健康支援 = Japanese journal of health promotion, 18(1), 9-15.
- [5] Dam, T. T. L., Ewing, S., Ancoli-Israel, S., Ensrud, K., Redline, S., Stone, K., Osteoporotic Fractures in Men Research Group. (2008). Association between sleep and physical function in older men: the osteoporotic fractures in men sleep study. Journal of the American Geriatrics Society, 56(9), 1665-1673.
- [6] Tassi, P., Bonnefond, A., Engasser, O., Hoeft, A., Eschenlauer, R., Muzet, A. (2006). EEG spectral power and cognitive performance during sleep inertia: the effect of normal sleep duration and partial sleep deprivation. Physiology behavior, 87(1), 177-184.
- [7] 岡村尚昌, 津田彰, 矢島潤平, 堀内聡, 松石豊次郎. (2010). 睡眠時間は主観的健康観及び精神神経免疫学的反応と関連する. 行動医学研究, 15(1), 33-40.
- [8] Cole, M. G., Dendukuri, N. (2003). Risk factors for depression among elderly community subjects: a systematic review and meta-analysis. American journal of psychiatry, 160(6), 1147-1156.
- [9] Grewen, K. M., Anderson, B. J., Girdler, S. S., Light, K. C. (2003). Warm partner contact is related to lower cardiovascular reactivity. Behavioral medicine, 29(3), 123-130.
- [10] Cohen, S., Janicki-Deverts, D., Turner, R. B., Doyle, W. J. (2015). Does hugging provide stress-buffering social support? A study of susceptibility to upper respiratory infection and illness. Psychological science, 26(2), 135-147.
- [11] Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., Ochsner, K. N. (2011). Social effects of oxytocin in humans: context and person matter. Trends in cognitive sciences, 15(7), 301-309.
- [12] Xin, W., Yonezawa, T. 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ションに向けた基礎的検討.
- [13] Fisher, J. D., Rytting, M., Heslin, R. (1976). Hands touching hands: Affective and evaluative effects of an interpersonal touch. Sociometr
- [14] Yu, R., Hui, E., Lee, J., Poon, D., Ng, A., Sit, K., ... Woo, J. (2015). Use of a therapeutic, socially assistive pet robot (PARO) in improving mood and stimulating social interaction and communication for people with dementia: Study protocol for a randomized controlled trial. JMIR research protocols, 4(2), e45.
- [15] Shiomi, M., Nakagawa, K., Shinozawa, K., Matsumura, R., Ishiguro, H., Hagita, N. (2017). Does a robot's touch encourage human effort?. International Journal of Social Robotics, 9(1), 5-15.
- [16] Chen, T. L., King, C. H. A., Thomaz, A. L., Kemp, C. C. (2014). An investigation of responses to robot-initiated touch in a nursing context. International Journal of Social Robotics, 6(1), 141-161.
- [17] Sumioka, H., Nakae, A., Kanai, R., Ishiguro, H. (2013). Huggable communication medium decreases cortisol levels. Scientific reports, 3(1), 1-6.
- [18] Jakubiak, B. K., Feeney, B. C. (2016). Keep in touch: The effects of imagined touch support on stress and exploration. Journal of Experimental Social Psychology, 65, 59-67.

- [19] 吉田直人, 米澤朋子. (2015). 呼吸・心拍・体温の非侵襲な計測に基づく生理現象表現ロボット介在型コミュニケーション. HAI シンポジウム, 216-221.
- [20] 山本健太郎, 崔原齊, 三浦佳世. (2014). 視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響. 基礎心理学研究, 33(1), 9-18.