

触れ合い対話を伴うカウンセリングロボット実現に向けた 撫で・叩き動作のモデル化

○秋吉 拓斗 (ATR/奈良先端大) 住岡 英信 (ATR) 中西 惇也 (大阪大)
加藤 博一 (奈良先端大) 塩見 昌裕 (ATR)

思考整理を促すカウンセリング対話において信頼関係の構築は重要であり、共感的理解などの対話技術が活用されている。一方で、触れ合いの活用は適切な触れ方が未解明であるため実用化に至っていない。しかし、ロボットならば制御可能な装置・仕組みによって適切な触れ方を探索でき、安全かつ効果的なカウンセリング対話を実現できる可能性がある。本稿では、触れ合い対話を伴うカウンセリングロボットの設計指針を得るため、抱擁時の人間のカウンセリング対話における撫で・叩き動作のタイミングや動作時間、頻度のモデル化に取り組む。

1. はじめに

我々が目指すロボットは、物理的身体を活用した対話を通じて、人間がより精神的に豊かな生活をするために重要な、柔軟な思考への気づきを促す社会的な存在である。精神疾患患者の増加が問題となっている現代で、メンタルヘルス維持は取り組むべき重要な課題であり、精神科医師やカウンセラー等の支援者の数が限られていることから、メンタルヘルス支援を行うエージェントの研究が盛んになっている [1]。対話を通じて行う治療法の一つに認知行動療法 (CBT:Cognitive-Behavioral Therapy) があり [2]、信頼関係の下で患者側の自己開示を促進し、悩みに関する出来事・気分・考えについての思考整理によって患者自身が問題解決に気づくように導く。CBTにおいて思考整理によく用いられ、思考記録法や認知再構成法とも呼ばれるコラム法 [3] は、プロセスがマニュアル化されており、その対話の流れを基にしたチャットボット [4] や仮想エージェント [5]、コミュニケーションロボット [6] による支援システムが開発されている。

カウンセリングにおいて思考整理をする際に、相談者が抱える悩みはプライベートな情報であるため他者への自己開示が困難である場合が多い [7]。相談者の自由な振る舞いや自己開示を促すために、支援者と相談者が信頼関係を構築し、安心感を持って協働的に作業を進めることが非常に重要である。そのために人間の支援者は、受容的態度や共感的理解といったコミュニケーション技術を用いる [8]。一方で、介護や看護の文脈で多く用いられる軽い撫で・叩き動作などの身体接触は、信頼関係の構築や不安感の低減など効果検証がされているものの、現在では心理療法やカウンセリングへの実用化には至っていない [9]。心理療法に身体接触が応用されていない原因として、いつ、どのように、どのくらいの頻度で接触すべきかが未解明であることが挙げられる [10]。また、適切でない身体接触による性的被害への危険性も問題として挙げられる [11]。しかし、触れ合いによって信頼感の維持 [12]、ストレス軽減 [13] などの効果のあるロボットならば上記問題の影響が少ないと考えられる。制御可能な装置・仕組みによって未然に性的被害を抑えながら、体系化されていない効果的な触れ方のタイミングや種類、動作時間、頻度などを探索することができ、得られた知見から安

全かつ効果的な触れ合いを伴うカウンセリング対話を実現できる可能性がある。

よって、本研究では身体接触を活用したカウンセリングロボット実現の第一歩として、思考整理を支援する対話中の人間の接触動作を分析し、モデル化することを目的とする。本研究では、親密度が高くなるほど多く見られる抱擁状態での触れ合い対話に着目し、遠隔発話可能なマネキンを相談者役として用いることで、支援者役である被験者が親密だと想像する相談者への接触動作データの収集を行い、モデル化に取り組む。

2. 実験

2.1 実験概要

カウンセリング対話で支援者が行う接触動作をデータを収集し、いつ、どのように、どのくらいの頻度で接触動作をしているかを分析することを目的とする。実験環境を図 1 に示す。被験者が支援者役となり、遠隔操作によって発話するスピーカ搭載マネキンと抱擁状態での触れ合い対話を行ってもらい、その様子を撮影する。撮影により得た映像から対話内容と接触動作を書き下し、得たスクリプトから接触動作のデータを収集する。本研究では、発生頻度や動作種類、動作タイミング、動作時間、待機時間の観点で分析する。対話テーマはネガティブな悩みとポジティブな目標についての思考整理の 2 種類あり、被験者はそれぞれの練習と本番を通して合計 4 回の対話を行う。



図 1 実験環境

本実験では、被験者は遠隔操作によって画面上に表示される指示を基に発話し、遠隔操作によって発話するスピーカ搭載マネキンと対話を行う。遠隔操作は別室にある外部 PC から実験者によって操作される。対話の流れとして、まず、最初の指示を指示表示ディスプレイ上に表示させ、被験者が指示を基に対話を開始する。被験者の発話後に画面を暗転させ、マネキンに搭載されたスピーカから返答用の発話音声再生する。マネキンの発話後に画面に新たな指示を表示させ、被験者は新たな指示を基に対話を続ける。

2.2 対話シナリオ設計

カウンセリング対話では、支援者の視点からでは、相談者への質問の後、相談者の回答を傾聴する。その後、回答に対する反応をしつつ、さらにこのサイクルを複数回繰り返すことで対話を進めていく。本研究では、カウンセリング対話における対話行為を質問・傾聴・反応の3つとして設定する。

本研究では、悩みと目標のどちらの対話テーマにおいても、まず、被験者はマネキンに対してこれから思考整理を開始することを伝える。その後、コラム法を基に設定された、状況や理由、感情、行動、考え、別の視点での考え、変容、対話での気づき、の合計8個のサブテーマについて順番に質問する。各質問に対してマネキンは予め設定された各質問の回答を発話する。マネキンの回答後に、被験者はその質問の回答に対して、受容、反復、共感、称賛、応援、感情の開示、感謝といった反応を行う。最後に被験者は思考整理を終了することを伝える。

対話の練習におけるマネキンの悩みは「やらなければならないことを何度も先延ばしにしてしまう」という内容に、目標は「人生で初めての海外旅行に挑戦する」という内容に設定した。また、対話の本番におけるマネキンの悩みは「嫌な上司が原因で会社を辞めて、現在就職活動に取り組んでいる」という内容に、目標は「運動が苦手だけどフルマラソンの完走に挑戦する」という内容に設定した。これらのマネキンの悩みと目標は、事前に実施した悩みと目標について思考整理に取り組む Web アンケートの結果を基に作成した。

2.3 被験者

40人が被験者として本実験に参加した。男性20名、女性20人で、平均年齢は30.35歳、標準偏差は7.15である。全員が日本語を母国語とし、人材派遣会社に登録していることを条件に募集された。

本実験では、音声合成ソフトを用いてマネキンの発話声を作成し、男性と女性の2種類を用意した。被験者のうち男性10名、女性10人が男性声のマネキンと対話し、別の男性10名、女性10人が女性声のマネキンと対話した。また、対話テーマが悩みと目標の2種類であり、対話の練習と本番において順序効果の影響を無くすために、対話テーマを4つの順序で設定し、各順序について男性5名、女性5人が対話するように被験者をグループ分けした。

2.4 手順

本実験は株式会社国際電気通信基礎技術研究所において実施された。また当研究所の倫理委員会は、本研究

をヒトを対象とした研究として承認した(第501-4号)。

実験に先立ち、被験者に実験の目的と手順について簡単な説明を行った。また、各被験者から文書によるインフォームドコンセントを得た。実験開始後は、まず、被験者は対話の注意すべき項目として、対話相手であるマネキンを被験者自身にとって親しい人と想像することや、指示に沿って発言すること、対話中は抱擁状態であるが腕や手を自由に動かしていいこと、の3項目の説明を受けた。次に、被験者はマネキンを抱擁し、対話実験の練習として悩みと目標の2種類の対話を行った。各対話の開始前に実験者は別室へ移動して対話を開始させ、終了する度に実験者は実験室に移動して被験者が問題なく対話できていたかを確認した。練習の終了後に、被験者は再びマネキンを抱擁し、対話実験の本番として、別の対話内容で悩みと目標の2種類の対話を同様に行った。最後に、被験者は口頭インタビューを通して被験者は感想などについて回答した。

3. 結果

実験中に撮影された目標と悩みについての対話動画合計80個から各対話時間と接触動作の頻度や種類、開始タイミング、動作時間、待機時間を測定した。1つの対話における対話行為は、質問・傾聴・反応が各8回であるので、対話行為ごとに分割し、全体で1920スク립トを得た。また、抱擁姿勢での接触動作は撫で動作、叩き動作、抱き直し動作の3種類に分類した。口頭インタビューの結果により、撫で・叩き動作は発話に応じて相手に共感や自己開示促進する意図などにより意識的だった一方で、抱き直し動作は疲れや飽き、無意識的に行われている傾向があった。本研究では、意識的な動作である撫で・叩き動作に着目して分析を行った。

また、被験者ごとに接触動作の仕方によらつきがあったため、被験者をランダム効果とした一般線形混合効果モデルを用いて被験者ごとの振る舞いのばらつきを考慮した統計分析を有意水準を $p < 0.05$ として行った。応答変数が2値である動作頻度や動作種類は二項分布に従い、連続値である動作タイミングや動作時間、待機時間はガンマ分布に従うとして、R言語で一般線形混合効果モデルによる分析をした。

3.1 動作頻度・動作種類

動作頻度に対して、一般線形混合効果モデルで対話テーマと対話行為を固定効果とした場合の影響度を算出した。対話テーマについて、悩みと比較して目標では推定値は-0.714 ($p < 0.001$)であった。対話行為について、3種類あるためレベル間のペアワイズ比較を行い、ボンフェローニ補正を適用した。質問と比較して傾聴と反応では推定値はそれぞれ1.481 ($p < 0.001$)、1.022 ($p < 0.001$)であった。また、傾聴と比較して反応では推定値は0.459 ($p = 0.003$)であった。次に、動作種類に対して、対話テーマについて悩みと比較して目標では推定値は-0.368 ($p = 0.073$)であった。対話行為について、3種類あるためレベル間のペアワイズ比較を行い、ボンフェローニ補正を適用した。質問と比較して傾聴と反応では、推定値はそれぞれ0.016 ($p = 1.00$)、0.715 ($p = 0.026$)であった。また、傾聴と比較して反応では推定値は0.698 ($p < 0.001$)であっ

た。結果として、動作頻度に対して異なる対話テーマと対話行為間の影響度は有意に異なり、動作種類に対しては対話行為の質問・傾聴に対して反応でのみ影響度が有意に異なる。

上記の結果を踏まえた対話中における接触動作の頻度について、接触動作をした割合を図2に、接触動作をした場合の撫で・叩く動作の割合を図3に示す。

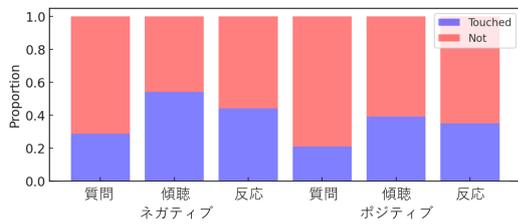


図2 動作頻度の割合

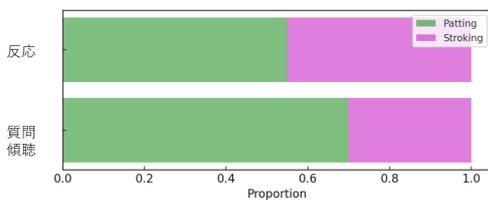


図3 動作種類の割合

3.2 動作タイミング

被験者や発話文の長さによって発話時間が異なるため、対話行為ごとに正規化した後に分析した。質問時と反応時において、被験者の発話開始から発話終了までを、傾聴時はマネキンの発話開始から発話の切れ目までを1秒として正規化した。対話行為ごとに動作種類と対話テーマを固定効果とした場合の影響度を算出した。質問・傾聴・反応の各対話行為ごとの動作種類について、悩みと比較して目標では有意な差は見られなかったが、推定値はそれぞれ-0.010 ($p = 0.935$), 0.078 ($p = 0.580$), 0.045 ($p = 0.518$)であった。対話テーマについて、悩みと比較して目標では有意な差は見られなかったが、推定値はそれぞれ0.070 ($p = 0.524$), 0.177 ($p = 0.119$), -0.026 ($p = 0.701$)であった。結果として、動作タイミングに対して異なる動作種類と対話テーマ間の影響度は有意な差が見られなかった。

上記の結果を踏まえた接触動作のタイミングについて対話テーマの区別をつけずに、質問時の分布を図4に、傾聴時の分布を図5に、反応時の分布を図6に示す。

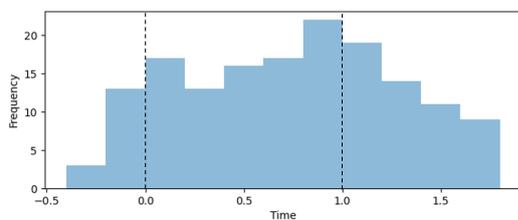


図4 質問におけるタイミングのヒストグラム

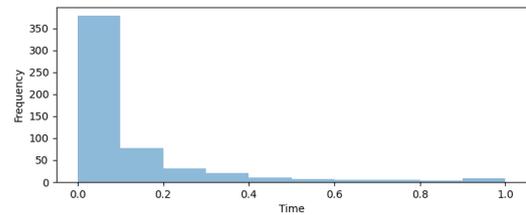


図5 傾聴におけるタイミングのヒストグラム

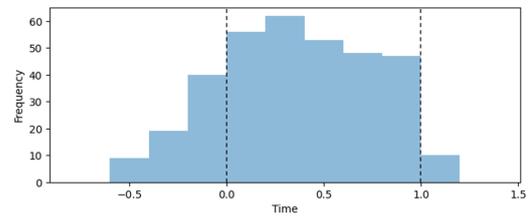


図6 反応におけるタイミングのヒストグラム

3.3 動作時間・待機時間

被験者から得たデータの分布からIQR手法により外れ値を除去した分布に対して分析した。動作時間に対して、動作種類と対話テーマ、対話行為を固定効果とした場合の影響度を算出した。叩き動作と比較して撫で動作では推定値は0.030 ($p = 0.544$)であった。対話テーマについて、悩みと比較して目標では推定値は-0.023 ($p = 0.547$)であった。対話行為について、3種類あるためレベル間のペアワイズ比較を行い、ボンフェローニ補正を適用した。質問と比較して傾聴と反応では推定値はそれぞれ0.053 ($p = 1.00$), 0.018 ($p = 1.00$)であった。また、傾聴と比較して反応では推定値は-0.034 ($p = 1.00$)であった。次に、待機時間に対して対話テーマを固定効果とした場合の影響度を算出した。悩みと比較して目標では推定値は0.057 ($p = 0.412$)であった。結果として、動作時間に対して異なる動作種類や対話テーマ、対話行為間の影響度には有意差はなく、待機時間に対しても異なる対話テーマ間の影響度には有意差はなかった。

上記の結果を踏まえた対話中における動作時間についての分布を図7に、待機時間についての分布を図8に示す。

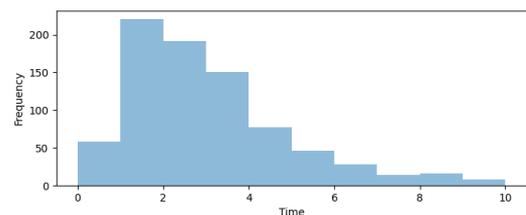


図7 動作時間のヒストグラム

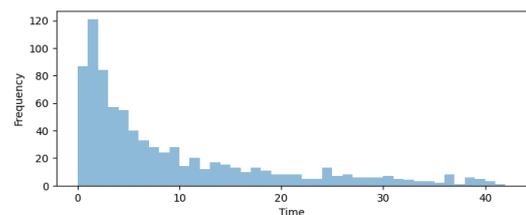


図8 待機時間のヒストグラム

4. 接触動作のモデル化

分析した接触動作の発生頻度や動作種類、動作タイミング、動作時間、待機時間に関する分布から確率分布を算出し、計算機的に接触動作を決定するモデルを構築する。まず、カウンセリング対話開始後に現在の対話テーマと対話行為を入力する。次に、取得した対話行為の区間内で、接触動作を行うかどうか、および、撫で・叩き動作のどちらを行うかについて、対話テーマと対話行為に該当する確率分布から振る舞いを決定する。動作を行わない場合は次の対話行為を入力し、繰り返す。接触動作を行う場合、区間内での動作タイミングと、動作時間、待機時間を順に確率分布に従って決定する。パラメータが決定された接触動作を出力し、発話開始を起点としたタイミングで、決定された動作時間の間に撫で・叩き動作を行い、待機時間の間だけ動作を停止する。待機時間が経過後に、対話が現在も継続中であるか判定する。継続中であれば、再び現在の対話行為を入力し、この流れを繰り返す。

5. 考察

観察された接触動作について、目標についての対話と比較して、悩みについての対話の方が有意に多く接触動作を行うことが示された。実験後の口頭インタビューにおいて、被験者から悩みについての対話では、相手に話しやすくなってもらうためや、相手に共感するため、安心してもらうため、などの意図で接触動作を意識的に行っていたというコメントがあった。目標について話す場合は安心してもらうわけではないので言葉だけで十分だ、という旨のコメントが数人からあった。コメントから目標よりも悩みの方がより相手を想って接触動作をしていた傾向があったため、発生頻度に差があったと考える。また、モデル化についての課題として、事前に行われた接触動作を考慮していないことが挙げられる。本モデルでは接触動作を行うたびに、確率分布に従って決定するように設計したが、事前状態を踏まえた確率分布に従う場合ではより人間らしい動作ができる可能性がある。動作決定に関する事前確率を算出するために、今後更なる分析を行う。

6. おわりに

カウンセリングにおいて思考整理に取り組む際に、支援者と相談者の信頼関係構築が重要であり、対話技術が多く用いられる。一方で、身体接触を応用した技法は適切な触れ方が未解明であることや性的被害の危険性から現在では実用されていない。制御可能なロボットならば適切な触れ方を探索でき、安全かつ効果的なカウンセリング対話を実現できる可能性がある。本研究では、人間の悩みや目標に対して思考整理を支援するカウンセリングロボット実現に向けて、人間の接触動作のモデル化を行った。遠隔操作によって発話可能なマネキンを用いた被験者実験によって、悩みと目標についてカウンセリング対話を行う際の支援者役の接触動作データを収集し、頻度や種類、動作タイミング、動作時間、待機時間について接触動作を分析した。分析結果により得られた、確率分布に従い、対話行為を入力して接触動作を出力するモデルを構築した。今後の研究課題は、本研究で構築した対話の流れに応じ

て接触動作を決定するモデルを搭載するカウンセリングロボットを実装し、評価を行うことである。本モデルに従って決定された接触動作によるロボットへの信頼感や安心感、対話前後での気分状態の変化、自己開示量への影響について、被験者実験を通じた評価を行う。

謝辞 本研究は JST, CREST, JPMJCR18A の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Mirai So, Sosei Yamaguchi, Sora Hashimoto, Mitsuhiro Sado, Toshi A Furukawa, and Paul McCrone.: "Is computerised CBT really helpful for adult depression?- A meta-analytic re-evaluation of CCBT for adult depression in terms of clinical implementation and methodological validity.", *BMC psychiatry* 13, 1 (2013), 1-1, 2013.
- [2] A. T. Beck: "Cognitive therapy: Nature and relation to behavior therapy", *Behav. Ther.*, vol. 1, no. 2, pp. 184-200, 1970.
- [3] Risa Kimura, Makiko Mori, Miyuki Tajima, Hironori Somemura, Norio Okanoya, Yukio Ito, Tempei Otsubo: "Effect of a brief training program based on cognitive behavioral therapy in improving work performance: A randomized controlled trial", *Journal of occupational health* 57, 2 (2015), 169-178, 2015.
- [4] K. K. Fitzpatrick, A. Darcy and M. Vierhile: "Delivering cognitive behavior therapy to young adults with symptoms of depression and anxiety using a fully automated conversational agent (woebot): A randomized controlled trial", *JMIR Ment. health*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [5] Kazuhiro Shidara, Hiroki Tanaka, Hiroyoshi Adachi, Daisuke Kanayama, Yukako Sakagami, Takashi Kudo, and Satoshi Nakamura: "Automatic Thoughts and Facial Expressions in Cognitive Restructuring With Virtual Agents", *Frontiers in Computer Science*, 4: 762424, 2022.
- [6] Takuto Akiyoshi, Junya Nakanishi, Hiroshi Ishiguro, Hidenobu Sumioka, and Masahiro Shiomi: "A Robot That Encourages Self-Disclosure to Reduce Anger Mood", *IEEE Robotics and Automation Letters* 6, 4 (2021), 7925-793, 2021.
- [7] Dattilio FM, Hanna MA: "Collaboration in cognitive-behavioral therapy", *J Clin Psychol.* 68(2):146-58, 2012.
- [8] Connolly, Mary Kate, Edel Quin, and Emma Redding: "dance 4 your life: exploring the health and well-being implications of a contemporary dance intervention for female adolescents", *Research in Dance Education* 12.1 (2011): 53-66, 2011.
- [9] PHELAN, James E.: "Exploring the use of touch in the psychotherapeutic setting: A phenomenological review", *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 46.1: 97. 2009.
- [10] Caldwell, C.: "Using touch in psychotherapy", *USA Body Psychotherapy Conference*, Baltimore. 2002.
- [11] Pirkko Routasalo and Arja Isola: "The right to touch and be touched", *Nursing Ethics*, 3(2):165-176, 1996.
- [12] Takahashi, Hideyuki, et al.: "Huggable communication medium maintains level of trust during conversation game", *Frontiers in psychology*: 1862, 2017.
- [13] Sumioka, H., Nakae, A., Kanai, R., and Ishiguro, H.: "Huggable communication medium decreases cortisol levels", *Scientific reports*, 3, 3034, 2013.