

ユーザの状況に適した抱擁時の撫で・叩き動作の探索

大西裕也^{†1} 住岡英信^{†1} 塩見昌裕^{†1}

概要: 身体接触を伴った人とロボットのインタラクションは、身体接触を行う相手やその関係性、その時の気持ちや状況によって接触動作は異なる。本研究では、親密な関係で行われる抱擁動作に着目し、過去に開発した **Moffuly** に抱擁を行いながら頭や背中に対して軽く叩く動作と撫でる動作を追加した。実験では、抱擁されるユーザにどのような気持ちや状況の時にそれらの動作を受けたいのかを調査した。結果より、リラックスしたい時や悲しみ・つらさを慰めてほしい時、失敗を許してほしい時などの状況で、頭を撫でる動作が好まれることがわかった。

1. はじめに

身体接触を伴った人とロボットのインタラクションは、身体接触を行う相手やその関係性、その時の気持ちや状況によって接触動作は異なる。先行研究では、人同士の身体接触において、相手との関係性が親密な関係であるほど抱擁動作が増加することが報告されている[6]。そこで本研究では、この抱擁動作に着目し、ロボットの動作と抱擁されるユーザの気持ちや状況の関係性を調査する。

抱擁を可能としたロボットがこれまで多く提案されており、ぬいぐるみの **Huggable**[8]や、子供を模した抱き枕の **Hugvie**[9]は、ユーザにとって抱きやすい小柄な大きさと設計されている。一方で、大きさの制約によりこれらのデバイスは人に抱き返すことができない。抱き返しを可能とするロボットとして、**Hugbot**[4] や **Moffuly**[7]といった着ぐるみサイズのぬいぐるみ型ロボットや、**Huggiebot 2.0**[2] といった人型ロボットがある。これらのロボットは、ユーザに抱き返すことに着目しているため、可能な動作は腕を開閉することのみである。しかし、人同士の抱擁動作には、抱擁中に頭や背中に対して軽く叩く動作や撫でる動作などいくつかの種類があり、抱擁する相手の気持ちや状況によってその動作が異なる。本研究では、過去に開発した **Moffuly** に抱擁を行いながら頭や背中に対して軽く叩く動作と撫でる動作を追加し(図1)、抱擁されるユーザにどのような気持ちや状況の時にそれらの動作を受けたいのかを調査する。

2. 関連研究

ロボットと人の身体接触時における気持ちや状況に関する研究は、人同士がどのような気持ちや状況で他人に触れるのかを調査した研究に基づいている。様々な気持ちを伝えるために被験者が他者に触れた身体箇所を調査し、喜びを表現する時は手や腕に触れ、悲しみを表現する時は手や肩に触れること[5]や、マネキンを相手とみなした人同士の身体接触では、相手との親密度が高くなるほど抱擁などの両手や胴体による身体接触が増加したこと[6]が報告



図1 実験の様子

されている。また、人がロボットにどのように触れるかについても調査されており、人が小型ヒューマノイドロボット (NAO) に対する8つの感情を伝える際の感情とタッチの動作の関係を分類した[1]。人間と同等のサイズをしたロボットに応用するため、マネキンにポジティブな気持ちを伝えるときのタッチジェスチャが調査された[3]。しかし、ロボットから人への身体接触と人の気持ちや状況の関係性を調査した研究はまだ少ない。本研究では、抱擁時における叩きや撫で動作と抱擁される人の気持ちや状況の関係性について調査する。

3. 抱擁デバイス

本研究で製作したデバイスは、先行研究[7]で使用した **Moffuly** を改良したものである。**Moffuly** は、着ぐるみサイズのクマを模したぬいぐるみ型のロボットであり、ユーザに抱き返すこと機能を備えている。本研究では、ユーザと抱き合ったまま、頭や背中に対して軽く叩く機能や撫でる機能を追加した。肘関節にピッチ方向とヨー方向の2自由

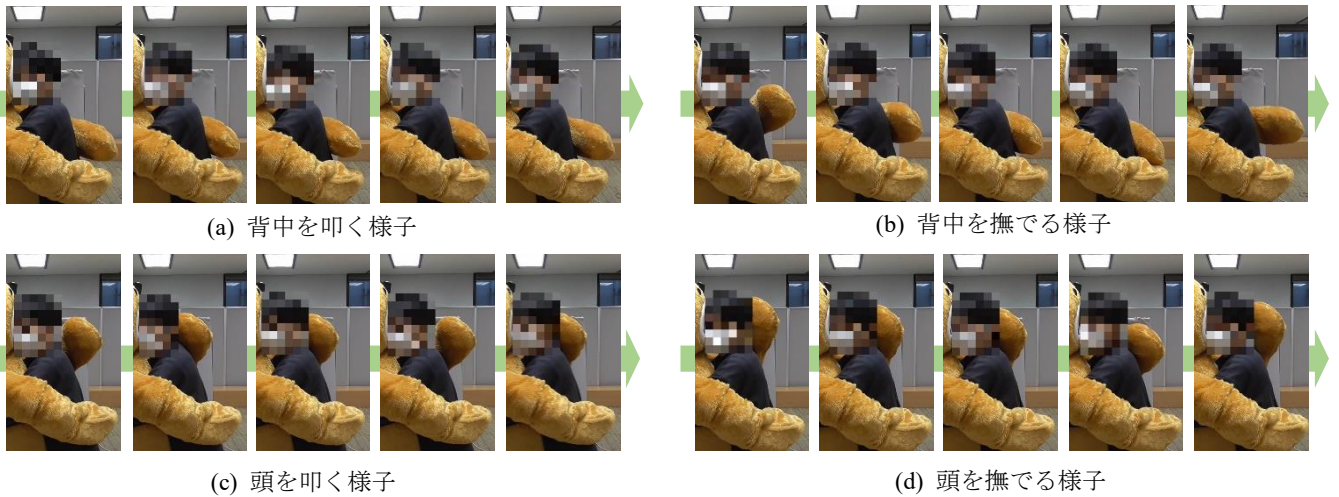


図2 頭・背中への叩き・撫で動作

度、手首関節にヨー方向の1自由度のモータを両腕に備えている。肘関節のモータによって、ロボットの腕がユーザの背中や頭に触れることができる。またヨー方向のモータによって軽く叩く動作が、ピッチ方向とヨー方向のモータによって撫でる動作を可能としている(図2)。また、手首関節のモータによって、ユーザを包み込むような抱擁を可能とした。これらの動作を実現するため、トルクが高いサーボモータ(8.4Nm)を採用している。そのため、抱擁時における安全性を確保するため、抱擁前にユーザの背中や頭の位置を確認するキャリブレーションを行い、過度に強く抱擁する・強く叩く・強く撫でる動作を避けている。また、モータ周りの保護を行い、叩き及び撫で時にユーザに接触するロボットの手の部分には綿を取り付けた。ユーザがロボットに抱きしめた時に顔が触れる部分には、取り外し及び洗濯が可能な生地を取り付けた。

4. 実験

4.1 実験条件

実験では、抱擁時の動作(叩く・撫でる)とそれを行う場所(頭・背中)を要因とし、頭叩き・頭撫で・背中叩き・背中撫での4条件での比較を行った。本実験は、抱擁時のロボットの動作の違いを比較するため、ロボットとの会話を行わず、各条件は10秒程度の短い時間で行った。

4.2 実験の流れ

実験前に、被験者にロボットを抱きついてもらい、頭と背中の位置を確認するキャリブレーションを行った。この理由は2つあり、1つ目はロボットが過度に強く抱きしめないことによる被験者の安全性の確保のため、2つ目は被験者の体格や姿勢の違いによって叩き動作や撫で動作に違いがでないようにするためである。

実験開始後、被験者に4.1節で述べた抱擁を体験してもらった。条件の統制を行うため、叩く及び撫でる時にロボットの手が被験者に触れる時間は全ての条件で等しくした。

各条件を体験した後にアンケートに回答してもらった。被験者がロボットから離れてしまうと次の抱擁体験時に被験者の姿勢が変わる恐れがあったため、アンケートはタブレットによる回答を行い、被験者はロボットから離れる必要がないようにした。また、実験条件の順序による影響が出ないようにするため、条件順はカウンタバランスをとった。

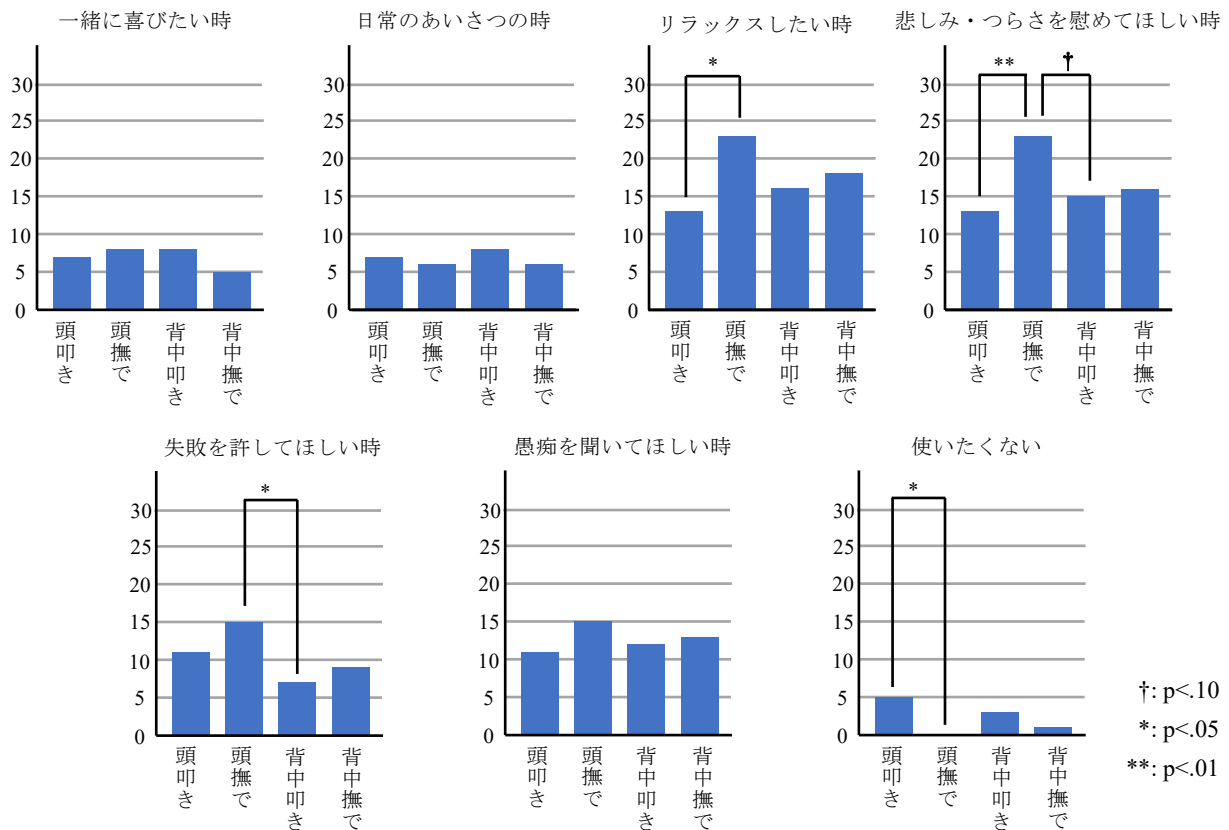
実験終了後、インタビューをとり、アンケートの回答理由について尋ねた。

4.3 アンケート

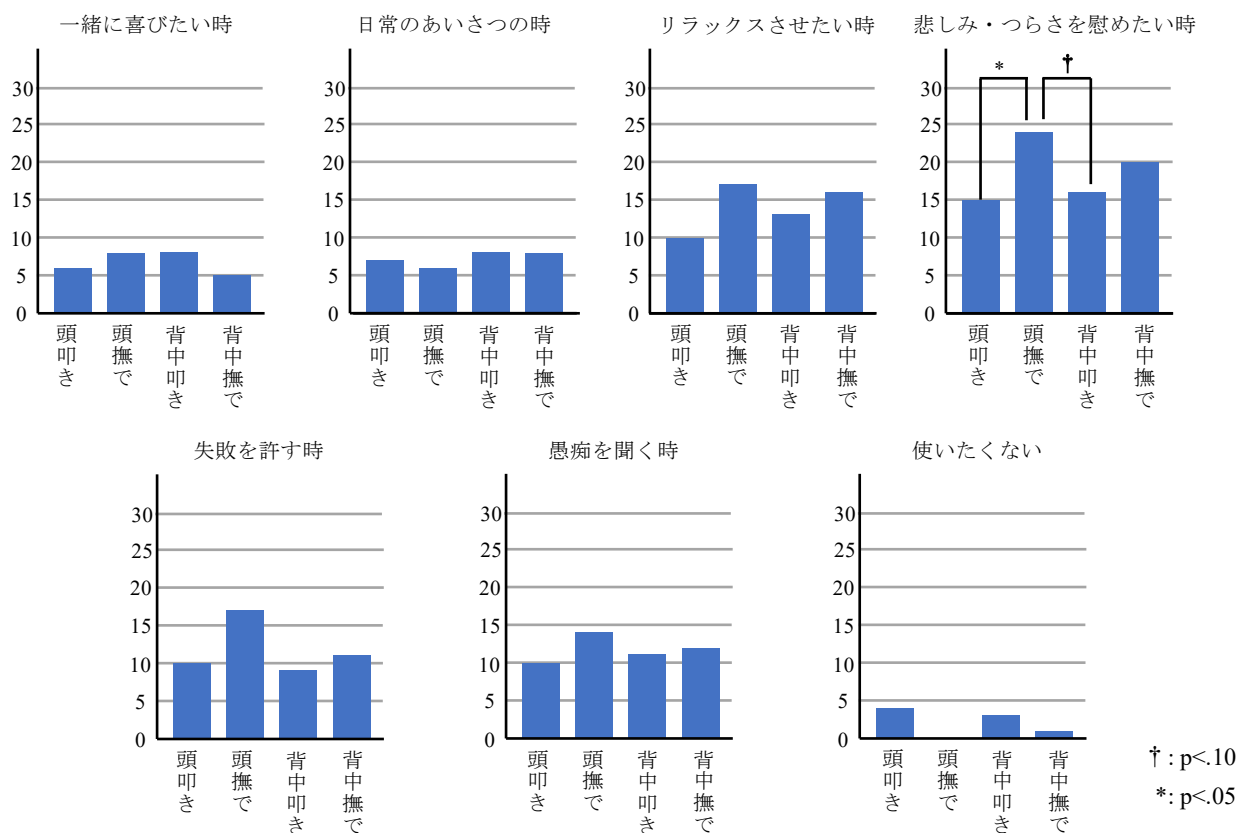
アンケートでは、体験した抱擁動作を自分や他人に対してどのような気持ちや状況で体験したいのかを尋ねる質問用意した。先行研究[6]では、人同士の身体接触において他者との関係性が親しいほど抱擁動作が採用されることが分かっている。そのため抱擁を行う本実験のアンケートでは、他人を「親しい知り合い」を表現した。質問文は以下である。

- このロボットと会話ができますとします。どのような気持ち(状況)の時に今回受けた抱擁動作を体験したいですか。
- このロボットを通じて、親しい知り合いに遠隔操作で抱擁できるとします。どのような気持ち(状況)の時に今回受けた抱擁動作を体験させたいですか。

回答欄は、先行研究[6]に基づいた項目と、予備実験のインタビューから得た被験者が体験したい状況を加えた項目を設定した。回答欄は、一緒に喜びたい時、日常の挨拶の時、リラックスしたい時(リラックスさせたい時)、自分の悲しみ・つらさを慰めてほしい時(親しい知り合いの悲しみ・つらさを慰めたい時)、自分の失敗を許してほしい時(親しい知り合いの失敗を許す時)、自分の愚痴を聞いてほしい時(親しい知り合いの愚痴を聞いてほしい時)、使いたくない、その他の8項目を設定した。これらの回答は複数選択可能とした。



(a) どのような気持ち (状況) の時に今回受けた抱擁を体験したいですか



(b) どのような気持ち (状況) の時に今回受けた抱擁を体験させたいですか

図3 アンケート結果

4.4 被験者

本実験には、合計 30 名の被験者(男性 15 名, 女性 15 名, 平均年齢 38.33 歳, 最小年齢 20 歳, 最大年齢 59 歳, 標準偏差 12.23) が参加した。

5. 実験結果及び考察

実験結果より、その他を回答した被験者はいなかった。インタビューより、再度その他の気持ちや状況があるのかを確認した結果、すべての被験者から用意された回答項目以外にないことを確認した。実験結果を図 3 に示す。自分がどのような気持ちや状況を体験したいのかを図 3(a)、親しい知り合いにどのような気持ちや状況を体験させたいのかを図 3(b)に示している。縦軸は回答した人数、横軸は各条件になっており、その他の質問項目を除いた 7 つの回答欄をそれぞれグラフで示している。各回答欄についてコクランの Q 検定を行ったところ、自分が体験したい場合において、リラックスしたい時($p=0.022$)、悲しみ・つらさを慰めてほしい時($p=0.008$)、失敗を許してほしい時($p=0.038$)、使いたくない($p=0.038$)でそれぞれ有意な差が確認できた。各条件の調整済み有意確立を調べた所、リラックスしたい時において頭叩き条件よりも頭撫で条件が($p=0.015$)、悲しみ・つらさを慰めてほしい時において頭叩き条件よりも頭撫で条件が($p=0.007$)、背中撫で条件よりも頭撫で条件が($p=0.057$)、失敗を許してほしい時において背中叩き条件よりも頭撫で条件が($p=0.034$)、使いたくないにおいて頭撫で条件よりも頭叩き条件が($p=0.034$)多く選択されることがわかった。親しい知り合いに体験させたい場合において、悲しみ・つらさを慰めたい時($p=0.025$)で有意な差が確認できた。また、失敗を許す時($p=0.054$)、使いたくない($p=0.083$)においてそれぞれ有意傾向であることが確認できた。各条件の調整済み有意確立を調べた所、悲しみ・つらさを慰めたい時において、頭叩き条件よりも頭撫で条件が多く選択され($p=0.037$)、背中叩き条件よりも頭撫で条件が多く選択される傾向がある($p=0.090$)ことがわかった。また、図 3(b)の親しい知り合いについてどのような人を想像したかと尋ねた所、12 名が親や子供などの家族を、12 名が親友や恋人を、6 名がその両方を挙げていた。

これらの結果より、特定の状況においてロボットがユーザに対して頭を撫でる動作が好まれることがわかった。インタビューより、叩く動作は一定のリズムであり機械らしく感じたため評価が低くなった。叩く動作、撫でる動作の両方とも一定の周期で動くように制御を行っていたが、叩く動作のみ印象が悪くなった。

また、頭に対して触れられるのは自分が精神的に守られているように感じたという意見もあった。他者の頭に触れる行為は、一般的に警戒を抱かれやすいが、適切な触れ方を行うことでリラックスなどの安心感や、慰めや許しに必要とされる信頼感を築くことができるのではないかと考え

られる。一方で、少しでもロボットの動作に違和感を抱かせると印象が悪くなることもわかった。

6. おわりに

本研究では、ユーザに抱き返すことができる Moffully に、抱擁したままユーザの頭や背中に対して叩いたり撫でたりする機能を追加し、それらの動作に対してどのような気持ちや状況の時に利用したいのかを調査した。実験結果より、リラックスしたい時や悲しみ・つらさを慰めてほしい時、失敗を許してほしい時などの状況で、頭を撫でる動作が好まれることがわかった。抱擁に限らずユーザに対して身体接触を行うロボットがこれまでに研究・提案されてきたが、そのほとんどがユーザの腕や胴体に対する身体接触であった。本研究ではユーザの頭に対して触れる試みを行うことができ、ユーザに身体接触を行うロボットの新たな設計指針を得ることができた。

謝辞 本研究は JST CREST JPMJCR18A1 の支援を受けたものである。また JSPS 科研費 20K23358 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Andreasson R, Alenljung R, Billing E and Lowe R “Affective Touch in Human-Robot Interaction: Conveying Emotion to the Nao Robot”, *International Journal of Social Robotics*, vol. 10, pp. 473-491, 2017
- [2] Block E.A., Christen S., Gassert R., Hilliges O., Kuchenbecker J.K., “The Six Hug Commandments: Design and Evaluation of a Human-Sized Hugging Robot with Visual and Haptic Perception”, *International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 380-388, 2021.
- [3] Cooney M.D., Nishio S, Ishiguro H., “Recognizing Affection for a Touch-based Interaction with a Humanoid Robot,” *international conference on intelligent robots and systems*, pp. 1420-1427, 2012.
- [4] Hedayati H., Bhaduri S., Sumner T., Szafir D. and Gross D.M., “HugBot: A soft robot designed to give human-like hugs,” *International Conference on Interaction Design and Children*, pp.556-561, 2019.
- [5] Hertenstein M. J., Keltner D., App B., Buleit B. A. and Jaskolka A. R., “Touch communicates distinct emotions,” *Emotion*, vol. 6, no. 3, pp. 528-533, 2006.
- [6] Onishi Y., Sumioka H. and Shiomi M., “Increasing Contact of Torso: Comparing Human-Human Relationships and Situations,” *The 13th International Conference on Social Robotics*, pp. 616-625, 2021.
- [7] Shiomi S., Nakata A., Kanbara M. and Hagita N., “Robot Reciprocation of Hugs Increases Both Interacting Times and Self-disclosures,” *International Journal of Social Robotics*, Vol.13, pp.353-361, 2021.
- [8] Walter D.S., Jeff L., Cynthia B., Louis B., Levi L. and Michael W., “Design of a Therapeutic Robotic Companion for Relational, Affective Touch,” *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.408-415, 2005.
- [9] Yamazaki R., Christensen L., Skov K., Chang C.C., Damholdt F.M., Sumioka H., Nishio S. and Ishiguro H., “Intimacy in Phone Conversations: Anxiety Reduction for Danish Seniors with Hugvie,” *Frontiers in Psychology* 7, pp.537-546, 2016.