This article is a technical report without peer review, and its polished and/or extended version may be published elsewhere.

第 30 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集（2025 年 9 月）

VR による動物的外見と振る舞いの変化が物体を撫でる際の快感情誘発に与える影響の検証

野口 翔平 [1)], 澤邊 太志 [1)], Butaslac Isidro[1)], 神原 誠之 [1,2)], 加藤 博一 [1)]

1) 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 情報科学領域 インタラクティブメディア設計学研究室（〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5）

2) 甲南大学 知能情報学部 神原研究室（〒 658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1 甲南大学 知能情報学部 13 号館）

概要: 人や動物を撫でることでストレスを軽減させることが可能であり、撫でることを目的とした動物ロボットや VR ペットが開発されている。しかし、動物ロボットは大きさや複雑さといった物理的制限から相互作用を多様化しづらく、VR ペットでは実際に撫でた触覚を伴うことが難しい。そこで本研究では、VR 技術を用いて実際に手で撫でる物体の外見や動きを変化させることでこれらの課題を解決しながら、撫でた際に快感情を誘発し、ストレスを軽減させることを目指す。本稿ではその第一段階として、実際に撫でる物体の外見や振る舞いの変化が撫でる際の快感情誘発に与える影響を検証する。

キーワード： 撫で動作、快感情、外見変化、振る舞い変化

1. はじめに

人や動物を撫でることによってストレスが軽減されることは、先行研究により示されている。しかし、人同士の場合は、対象が恋人などの好意的な関係にある相手でなければ、ストレス軽減効果は得られないことが報告されている [1]。また、対象が動物である場合には、撫でる側が動物アレルギーを有している [2]、あるいは動物自身が撫でられることに対してストレスを感じる可能性が示唆されており [3]、これらの場合は撫でる行為を行うこと自体が難しい。これらの制約を回避しつつ、撫でる行為によるストレス軽減効果を実現する手段として、動物を模した機構を備えた動物ロボットや VR(仮想現実)、AR(拡張現実感) 技術を用いて VR ペットとの触れ合いを可能とするシステムの開発が進められている。しかし、動物ロボットでは多様な振る舞いを実装するために複雑な物理機構を必要とし、構造が大型化・複雑化する傾向がある [4]。また、VR ペットシステムにおいては、ユーザに対して撫でた際の実際の触覚を提示することが技術的に困難であるという課題が存在する [5]。一方で、VR 技術と空中超音波触覚ディスプレイを用いた毛皮を撫でる体験の再現 [6] や、VR 技術を用いた動物ロボットの感情表現 [7] といった VR 技術を用いてユーザが触れている対象の外見や振る舞いを変化させることによる新たなインタラクション体験を提供する手法が報告されている。そして、Russell ら [13] によればストレス状態は、不快感情を伴い、かつ覚醒度が高い状態であるとされるため、快感情の誘発がストレスの軽減に寄与すると考えられる。そこで本研究では、実際に撫でる物体の外見および振る舞いを VR 技術を用いて動物的な外見や行動へと変化させることで、撫で動作によって誘発される快感情を高められる可能性を検証する。

2. VR/AR 技術を用いた外見や振る舞いの変化における関連研究

VR 技術を用いて、ユーザが接触している対象の外見および振る舞いを変化させることに関する先行研究として、細井ら [6] は、毛皮の 3D モデルと超音波触覚提示装置を組み合わせ、VR 空間内において毛皮を撫でる体験を再現した。彼らは、カメラおよび力覚センサを用いて毛皮の撫で動作中の挙動および力覚を計測し、そのデータを基に、図 1(左) で示す毛皮に手が触れているように見える 3D モデルを作成した。また、超音波による触覚提示により、撫で動作に同期した触覚刺激を提示した。その結果、単調な触覚提示や動きのない 3D モデルと比較して、撫で動作に応じた動きと触覚を持つ 3D モデルの方が、毛皮らしさが上がることが示された。また、撫で動作と同期した 3D モデルの動きのみ撫でた際の快適性を向上させたことも報告されている。一方で、撫でる実物体の外見や振る舞いの違いが快感情の誘発に与える影響については未だ十分に明らかにされていない。また、Shaun ら [7] は、実物体である動物ロボット Qoobo[8] に対して、VR 技術を用いて動物ロボットに図 1(右) で示しているように感情表現を付与するシステムを構築した。このシステムでは、テキスト、音声、顔の表情、絵文字といったモダリティを用いることで、ユーザがロボットの感情状態を高精度に推定可能であることが示された。しかしながら、VR 上で外見や振る舞いを操作した際に、撫で動作時の快感情がどのように変化するかについては、検証が十分に行われていない。

以上の先行研究を踏まえ、本研究では実際に撫でる物体の外見および振る舞いの違いが快感情の誘発に及ぼす影響を明らかにし、VR を用いて実物体の外見や振る舞いを変化させる手法によって、撫でた際のストレス軽減効果を高め

© 2025 日本バーチャルリアリティ学会

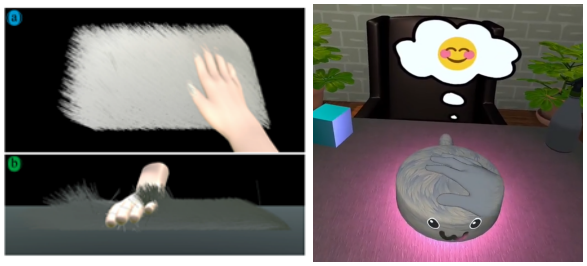

図 1: (左)VR 空間で撫でるために再現された毛皮 [6] (右)VR 空間で顔の表情、絵文字、光を用いて感情を表現している様子 [7]

られる可能性について検証する。

3. 外見および振る舞いの変化が快感情誘発に及ぼす影響の検証

3.1 目的と仮説

本研究は、VR 技術を用いて撫でる実物体の外見および振る舞いを動物的に変化させることが、撫でた際の快感情誘発に与える影響を検証することを目的とする。

先行研究により、動物ロボットや VR ペットでは（1）動物を模した外見がストレスを減らす効果に寄与すること [9, 10]、および（2）触れ合い時の振る舞い（呼吸動作 [11]、尻尾の動き [8]、鳴き声 [10]）がストレスを減らす効果に影響を与えることが示唆されている。これに基づき、以下の 2 つの仮説を設定する：

仮説 1：動物を模した外見の方が撫で動作時の快感情をより誘発し、ストレスを減らすことができる。

仮説 2：動物を模した外見に振る舞いを加えることで撫で動作時の快感情をより誘発し、ストレスを減らすことができる。

3.2 実験条件およびシステム設計

実験には、実物体として動物型ロボット Qoobo（図 2）を使用し、以下の 3 条件を設定する：

条件 1：動物ではない外見の対象を撫でる

条件 2：動物を模した外見で、振る舞いを伴わない

条件 3：動物を模した外見で、振る舞いを伴う

外見には、図 3(左) に示す動物を模した 3D モデルおよび図 3(右) に示す動物ではない外見の 3D モデルを使用する。今回、外見の 3D モデルの参考とする動物として、図 2 で示している実際に撫でる Qoobo と同程度の大きさかつ、振る舞いを行う一例として猫を選択する。振る舞いとしては、背面部分の上下による呼吸動作、尻尾の上下の動き、猫特有のゴロゴロという鳴き声の 3 要素を統合したものとする。呼吸動作は、猫の背部が上下する運動として実装し、落ち着いた呼吸を表現するために 6 秒で 1 回の動作

図 2: 実際に撫でる物体 (Qoobo)[8]

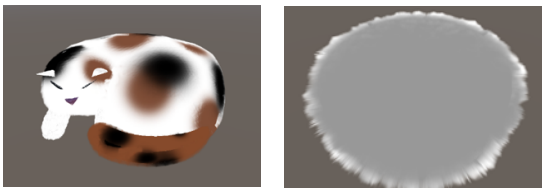

図 3: (左) 動物を模した外見で使用する 3D モデル (右) 動物ではない外見で使用する 3D モデル

が完了するように設定する。尻尾の動きは、身体に沿って丸まった尻尾が上下する動作とし、当初は呼吸動作と同じテンポでの同期も検討したが、動きが単調になり不自然に見える可能性があることから周期をずらし、5 秒周期で動作するように設定する。鳴き声については、猫の「ゴロゴロ音」を表現するために、フリー音源サイト Pixabay で提供されている音源“ Cat Purring ”を使用する（Sound Effect by freesound_community from Pixabay）。これらのモデルおよび振る舞いは、Blender(ver 4.0) にて作成後、Unity(ver 2022.3.8f1) にて実装したシステム上に導入し、PICO4(ver 5.12.0.S) を用いて提示する。

各参加者は 3 条件すべてを体験し、提示順序はラテン方格法によりカウンターバランスを取ることとする。

3.3 実験における評価手法

本実験では撫でる際に誘発された快感情を計測するために Positive and Negative Affect Schedule（PANAS）[12] のうち、快感情を測る 10 項目のみを抜粋し、5 段階評価で回答する主観的アンケートを用いた。アンケートで用いた 10 項目は「Active」「Proud」「Strong」「Inspired」「Determined」「Excited」「Alert」「Enthusiastic」「Interested」「Attentive」であり、参加者はそれぞれの項目について「1.very slightly or not at all」から「5. extremely」のうち最も今の状態に当てはまる値を回答する。3 条件の比較には各項目の合計値を用いる。

3.4 実験手順

参加者は学生 10 名（平均年齢 23.3(SD = 2.05) 男性 9 名、女性 1 名）で構成された。参加者には事前に実験の説明を行い、同意を得た上で、年齢および性別を回答しても

© 2025 日本バーチャルリアリティ学会

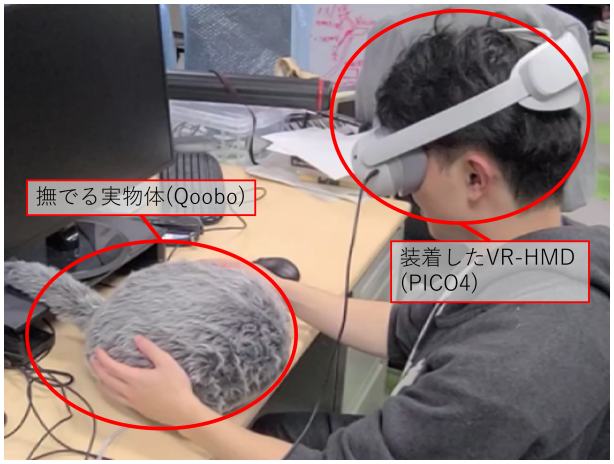

図 4: 実験時の被験者の様子

らう。その後、図 4 に示すように Qoobo 全体に手が届くよう着席して PICO4 を装着する。その後、実験者の指示のもと被験者が 1 条件目の撫で動作を 3 分間行い、終了後には主観的アンケートを実施する。この手続きを 3 条件すべてに対して繰り返し、誘発された快感情を測定する。

3.5 結果

図 5 に、各条件下における PANAS 快感情スコアの合計値の分布である箱ひげ図を示す。左から順にそれぞれの条件、「条件 1：動物ではない外見の対象を撫でる」、「条件 2：動物を模した外見で、振る舞いを伴わない」、「条件 3：動物を模した外見で、振る舞いを伴う」を示し、縦軸は撫で動作時に誘発された快感情スコアの合計値 (0〜50) を示している。それぞれの商圏での撫でることで誘発された快感情の平均スコアについて、条件 1 では $M = 21.5(SD = 7.70)$、条件 1 では $M = 30.0(SD = 7.21)$、条件 1 では $M = 34.5(SD = 6.62)$ となり、図 5 からも読み取れるように条件 1、条件 2、条件 3 の順に撫でた際に誘発された快感情が大きくなる傾向となった。

そして、撫で動作によって誘発される快感情の大きさに条件間で差があるかを検証するため、事後アンケートの結果に対して、条件 1 と条件 2、条件 2 と条件 3 のペアにそれぞれウィルコクソンの符号順位検定（両側検定、有意水準 $\alpha = 0.05$）を実施した。その結果、条件 1（動物ではない外見）と条件 2（動物を模した外見、振る舞いなし）の間には有意な差が認められた (検定統計量 $T = 1.5 <$ 棄却限界値 $T = 8.0$ 、$n = 10$、効果量 $r = 0.838$)。そのため、仮説 1「動物を模した外見の方が撫で動作時の快感情をより誘発し、ストレスを減らすことができる。」は支持された。一方で、条件 2 と条件 3（動物を模した外見、振る舞いあり）の間には有意な差が認められなかった (検定統計量 $T = 9.0 >$ 棄却限界値 $T = 8.0$ 、$n = 10$、効果量 $r = 0.596$)。そのため、仮説 2「動物を模した外見に振る舞いを加えることで撫で動作時の快感情をより誘発し、ストレスを減らすことができる。」については統計的に明確な支持は得られなかった。

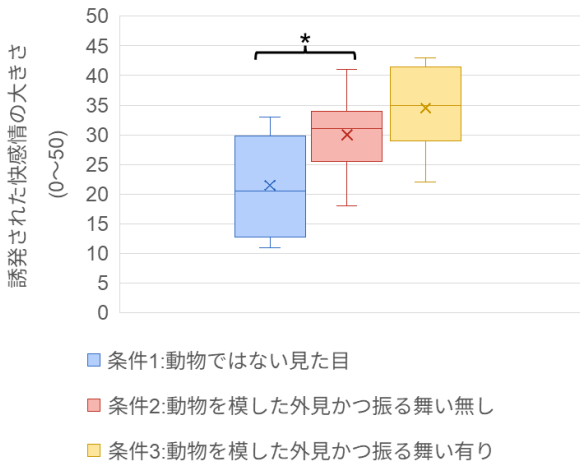

図 5: 誘発された快感情
$*$: 検定統計量 $T < 8$

4. 考察

本実験の結果から仮説 1 は支持され、仮説 2 は支持されなかった。しかしながら、仮説 2 に関係する「条件 2：動物を模した外見で、振る舞いを伴わない」と「条件 3：動物を模した外見で、振る舞いを伴う」について、実験参加者 10 名中 9 名は快感情の合計スコアにおいて、条件 2 よりも条件 3 の方に高スコアを示しており、条件 2 よりも条件 3 のスコアが低かったのは 1 名のみであった。条件 2 と条件 3 を比較する検定における効果量も $r = 0.596$ と大きいことから、仮説 2 が支持されなかった理由としてこの実験参加者による影響が大きいと考えられる。

この 1 名において条件 3 のスコアが条件 2 のスコアより低かった要因として、提示された振る舞いへの事前知識や解釈の違いが影響した可能性が考えられる。実験後のインタビューにおいて、当該参加者は、猫が「ゴロゴロ音」と呼ばれる特有の鳴き声を発することを知らず、この音声を雑音として受け取ったと述べた。そのため、撫でる対象の外見や振る舞いに加えて、実験参加者がそれらの振る舞いに対する事前知識を持っているのか、そしてどのように解釈するのかが、快感情の誘発やストレスの軽減において重要な要素となりうることが示唆される。今後の研究においては、振る舞いの提示方法や実験参加者に振る舞いをどのように解釈させることが撫でた際の快感情を誘発する効果に影響するかを調査していくべきだと考えられる。

また、「条件 1：動物ではない外見の対象を撫でる」と「条件 2：動物を模した外見で、振る舞いを伴わない」のスコアについては、統計的検定の結果、有意な差が認められたものの、実験参加者のうち 1 名は条件 1 のスコアを条件 2 より高く評価していた。この結果は、外見から期待される振る舞いの有無が評価に影響を及ぼした可能性を示唆している。実験後のインタビューにおいて、当該参加者は、条件 2 を最初に視認した際には撫でる対象を猫であると認識し、動きや鳴き声といった振る舞いを伴うことを期待していたが、実際には動作や鳴き声が全く見られなかったため、期待が

© 2025 日本バーチャルリアリティ学会

裏切られたと感じ、気分が低下したと発言していた。一方で、当該参加者を除く全ての参加者においては、条件 2 よりも条件 1 のスコアが低く評価されていた。このことから、撫でる実物体の外見を動物を模した外見に変化させることが望ましいと考えられるが、その外見から期待される振る舞いを適切に伴わせることが、撫でた際に誘発される快感情やストレス軽減効果に影響を及ぼす可能性が示唆される。

5. おわりに

本研究では、実物体を撫でる行為において、その外見および振る舞いを VR 技術により動物的に変化させる手法がストレスを軽減するための快感情の誘発に及ぼす影響を検証した。実験参加者数が限られているため統計的有意性には限界があるものの、本手法が撫で動作によるストレス軽減を目的とした新たな手法の可能性を示す結果が得られた。今後は、より多数の参加者を対象に統計的な検証を行うとともに、VR を用いて変化させた振る舞いに対してどのような認識を持たせることが撫でた際のストレスを減らす効果に影響するのかについて検証する予定である。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP23K28132 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Eckstein M, Mamaev I, Ditzen B and Sailer U (2020) Calming Effects of Touch in Human, Animal, and Robotic Interaction—Scientific State-of-the-Art and Technical Advances. Front. Psychiatry 11:555058. doi: 10.3389/fpsyt.2020.555058

[2] Liguori, G.; Costagliola, A.; Lombardi, R.; Paciello, O.; Giordano, A. Human-Animal Interaction in Animal-Assisted Interventions (AAI)s: Zoonosis Risks, Benefits, and Future Directions—A One Health Approach. Animals 2023, 13, 1592.

[3] Complexities and considerations in conducting animal-assisted intervention research: A discussion of randomized controlled trials Kerri E. Rodriguez , Freya L.L. Green , John-Tyler Binfet , Lisa Townsend , and Nancy R. Gee, Human-Animal Interactions, Published online: 10 March 2023

[4] Akira Fukuhara, Megu Gunji & Yoichi Masuda (2022) Comparative anatomy of quadruped robots and animals: a review, Advanced Robotics, 36:13, 612-630, DOI:10.1080/01691864.2022.2086018

[5] J. Hosoi, Y. Ban and S. Warisawa, "Demonstration of Petting Interaction with Breathing Cat Using Mid-Air Ultrasound Haptic Feedback," 2025 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Saint Malo, France, 2025, pp. 1596-1597, doi: 10.1109/VRW66409.2025.00443.

[6] Hosoi J, Jin D, Ban Y, Warisawa S. Voluminous Fur Stroking Experience Through Interactive Visuo-Haptic Model in Virtual Reality. IEEE Trans Haptics. 2025 Jan-Mar;18(1):232-243. doi: 10.1109/TOH.2024.3521418. Epub 2025 Mar 21. PMID: 40030680.

[7] S. Macdonald, R. Bretin and S. ElSayed, "Evaluating Transferable Emotion Expressions for Zoomorphic Social Robots using VR Prototyping," 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Bellevue, WA, USA, 2024, pp. 1087-1096, doi: 10.1109/ISMAR62088.2024.00125.

[8] 【公式】Qoobo（クーボ）・Petit Qoobo（プチ・クーボ） — 心を癒やす、しっぽクッション。URL:https://qoobo.info/index/ , Reading Date 2025/06/23

[9] 柴田 崇徳, メンタルコミットロボット「パロ」の開発と普及：認知症等の非薬物療法のイノベーション, 情報管理, 2017-2018, 60 巻, 4 号, p. 217-228, 公開日 2017/07/01, Online ISSN 1347-1597, Print ISSN 0021-7298, https://doi.org/10.1241/johokanri.60.217

[10] Na H and Dong S-Y (2023) Mixed-reality-based human-animal interaction can relieve mental stress. Front. Vet. Sci. 10:1102937. doi: 10.3389/fvets.2023.1102937

[11] Y. S. Sefidgar, K. E. MacLean, S. Yohanan, H. F. M. Van der Loos, E. A. Croft and E. J. Garland, "Design and Evaluation of a Touch-Centered Calming Interaction with a Social Robot," in IEEE Transactions on Affective Computing, vol. 7, no. 2, pp. 108-121, 1 April-June 2016, doi: 10.1109/TAFFC.2015.2457893.

[12] Watson D, Clark LA, Tellegen A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. J Pers Soc Psychol. 1988 Jun;54(6):1063-70. doi: 10.1037//0022-3514.54.6.1063. PMID: 3397865.

[13] Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect Grid: A single-item scale of pleasure and arousal. Journal of Personality and Social Psychology, 57(3), 493–502. https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.3.493

© 2025 日本バーチャルリアリティ学会