

ペット型人工物の感情表現と動作を用いた 習慣改善のための説得技術

原田理央 角薫
公立ほこだて未来大学

1. はじめに

近年、説得技術 (Captology) が注目され、コンピュータによる行動変容の手法が研究されている。説得技術とは、コンピュータを用いて人間の行動や態度の変容を促す技術 (Fogg, 2003) [6]であり、言語的な対話、動作、感情表現など、多様な手法が検討されている。動物の仕草や行動を模倣したロボットの動作設計が注目されており、ペット型人工物を活用したインタラクションが研究されている (Breazeal, 2003) [2]。

家庭では、犬が飼い主に対して餌を要求する際には餌皿の前で「クーン」と悲しそうに鳴き、遊びを求める際にはおもちゃを咥えて尻尾を振るなど、特定の行動を通じて意図を伝える (Miklósi et al., 2000) [13]。このようなペットと飼い主のコミュニケーションは、日常生活における自然な相互作用の一例である。一方で、ペット型ロボットやバーチャルペットを用いた説得技術の研究は限定的であり、動作や感情表現の組み合わせが説得力に与える影響については十分に解明されていない。

これまでの研究では、ペット型人工物の感情表現と動作が人間とのインタラクションに及ぼす影響が調査されてきた。Fujita (2000) は、ソニーの AIBO の開発を通じて、犬型ロボットがどのようにユーザと交流し、感情を持つ存在として認識されるかを示した。また、Lakatos et al. (2012) は、非人型ロボットに対する人間の感情帰属を分析し、ロボットの行動が社会的関係の形成に影響を与える可能性を示唆している。さらに、Okada (2012) は、「弱いロボット (Weak Robot)」の概念を提唱し、非完璧なロボットが人間とのインタラクションにおいてどのように共感を引き出すかを検討した[15]。このようなアプローチは、ペット型人工物がユーザに助けてもらう形での説得手法にも応用できる。

また、ロボットと人間の関係性の構築において、犬や猫などのペット型ロボットが特に社会的な影響を与える可能性が指摘されている (Tan et al., 2023) [20]。高齢者施設における観察研究では、ロボットペットが入居者の心理的な安定や社会的なつながりの促進に寄与することが示された。これらの知見は、ペット型人工物が単なる娯楽や対話の道具ではなく、人間の行動や態度を変容させるポテンシャルを

持つことを示している。また、Wada & Shibata (2007) や Shibata & Wada (2011) の研究でも、セラピーロボットが高齢者の情緒的な安定に寄与することが示されており、ペット型ロボットの持つ社会的な効果が強調されている。

本研究では、ペット型人工物の感情表現と動作を活用し、習慣改善を目的とした説得技術の可能性を検討する。特に、何かを促すという動作は、四足歩行の形状をしたさまざまな人工物に应用可能であると考えられる。従来のペット型ロボットを用いた実験では、騒音や移動速度の遅さが説得には適さないという課題が明らかになった。そこで、本研究では Mixed Reality (MR) 環境において、バーチャルペットを用いた実験を行い、仮想ペットがどのようにユーザの行動変容を促すかを調査する。

Harada & Sumi (2024) は、MR 環境において四足歩行の人工物が感情と動作を用いてゴミ捨てを促す実験を行い、「悲しみ」の感情表現が行動促進に有効である一方、「喜び」の感情は遊びの誘いと誤解され、説得には適していなかったことを示した[8]。また、「怒り」の感情は攻撃的と受け取られ、行動促進には効果的ではなかった。本研究では、これを拡張し、ペット型人工物の家庭内での利用を想定し、感情表現と動作を用いた習慣改善のための説得技術を探索する。

2. 関連研究

本研究に関連する研究として、以下の 3 つの視点から先行研究を整理する。

2.1 ペット型ロボットの人間とのインタラクション

ペット型ロボットの研究は、ユーザの社会的交流を促進し、感情的なつながりを生む可能性を示している。例えば、Fujita (2000) の AIBO に関する研究では、犬型ロボットがユーザとの相互作用を通じて感情的な絆を形成する過程が分析された。また、Koay et al. (2013) は、犬のような行動をするロボットの振る舞いがユーザにどのような印象を与えるかを調査し、動物らしい挙動が親和性を高めることを示した。加えて、Inoue, Wada, & Uehara (2021) は、ロボット介在療法 (Robot-Assisted Therapy, RAT) と動物介在療法 (Animal-Assisted Therapy, AAT) を比較し、高齢者の認知機能や情緒面での効果を分析した[9]。ロボットによる対話支援が、動物との交流に近い心理的效果をもたらす

Persuasive Technology for Habit Improvement Using Emotional Expressions and Behavior of a Pet-type Artifact
†1 RIO HARADA, Hakodate Future University

†1 KAORU SUMI, Hakodate Future University

ことが示唆されている。

2.2 パーチャルペットおよびエージェントの影響

パーチャルペットやエージェントの影響に関する研究としては、Koay et al. (2013) が犬型ロボットの行動がユーザの印象に与える影響を分析し、動物らしい挙動が親和性を高めることを示した[11]。また、Lakatos et al. (2012) は、非人型ロボットに対する人間の感情帰属を分析し、ロボットの行動が社会的関係の形成に影響を与える可能性を示した[12]。

さらに、パーチャルペットやエージェントの影響については、D' Mello & Graesser (2012) がエージェントの感情表現が学習者の動機付けに影響を与えることを示し[5]、Wang et al. (2020) は、パーチャルエージェントが生徒のモチベーションやエンゲージメントを向上させる可能性を示している[22]。このことは、感情表現がエージェントとのインタラクションに重要な要素であることを示唆しており、パーチャルペットのデザインにも示唆を与える可能性がある。

一方で、犬や猫などの動物がどのように人間とコミュニケーションを取るかについても、多くの研究が行われている。Miklósi & Topál (2013) は、犬の進化的適応により、飼い主との社会的関係を築く能力が高まっていることを示した[14]。また、Kerepesi et al. (2006) は、犬の視点取得能力 (Perspective Taking) を検証し、犬が他者の視点を理解する可能性があることを示した[10]。この能力は、ロボットが人間の行動を適切に認識し、より自然な対話を生み出すためのヒントとなる。

2.3 感情表現と行動変容

人間の感情表現と行動変容の関係についても、多くの研究が行われている。Batson (1991) や Davis (1994) は、共感のメカニズムとその社会的影響について詳細に論じており、他者の感情を理解することで行動が促進されることを示している[1][4]。また、Sinaceur & Tiedens (2006) は、怒りの感情が交渉の場面で影響を及ぼす可能性があることを指摘しており、感情が他者の意思決定にどのように影響を与えるかを示唆している[18]。

本研究は、以下の3点を目的とする。

1. Mixed Reality(MR)環境におけるペット型人工物の感情表現と動作が習慣改善に与える影響を明らかにする。
2. 感情表現と動作の適切な組み合わせを検討する。
3. Mixed Reality(MR)環境と動画環境における説得効果の違いを明確にする。

本研究の成果は、Mixed Reality(MR)環境におけるペット型人工物のインタラクションデザインにおいて、より効果的な習慣改善のための設計指針を示すものである。

3. 習慣改善のための説得方法

3.1 動作の分類

動作を用いた説得技術に関する先行研究として、聴導ロボットの研究 (Koay et al., 2013) では、聴導犬の動作を参考にロボットの動作を設計し、行動促進の効果を評価した[4]。この研究では、ユーザの注意を引く、目標に向かって移動する、被験者と目標を交互に見つめるという流れが有効であることが示されている。

また、Harada & Sumi (2024) の研究では、聴導ロボットの動作パターンを応用し、犬の動作を「呼びかけ」「誘導」「ポインティング」の3つの意味に分類する手法が提案された[6]。この分類に基づき、本研究では以下の動作を採用し、ペット型人工物の説得動作を設計する。

1. **呼びかけ (Attention Calling)** : ユーザの注意を引くための動作。例として、近づく、鳴く、視線を合わせる、しっぽを振るといった行動が含まれる。
2. **誘導 (Guiding)** : ユーザを特定の場所へ案内するための動作。例として、対象物の近くへ移動し、進む方向を示唆する行動が含まれる。
3. **ポインティング (Pointing)** : 特定の対象物に注目を促すための動作。例として、視線を向ける、鼻先を対象物に近づける、対象物の周囲を回る動作が含まれる。

本研究では、これら3種類の動作を組み合わせることで、説得動作の設計を行う。

3.2 犬モデルの感情表現

動作と並んで、感情表現も説得技術において重要な要素となる。先行研究では、ロボットが感情を適切に表現することで、ユーザとのインタラクションが向上することが示されている (Picard, 1997) [16]。特に、Lakatos et al. (2012) の研究では、感情表現を伴う非人型ロボットが人間との社会的関係を形成する上で有効であることが示されている[12]。

本研究では、Harada & Sumi (2024) が提案した犬型人工物の感情表現の分類を参考にし、以下の4つの感情表現 (図1) を用いる[8]。

1. 悲しみ (Sadness) : 飼い主に助けを求める動作として機能する可能性がある。
2. 怒り (Anger) : 強い意思表示を伴うが、攻撃的と受け取られる可能性がある。
3. 喜び (Happiness) : 親和的な関係を築くが、説得には適さない可能性がある。
4. 通常 (Neutral) : 感情を伴わない状態。

この感情表現は、ウサギ型ロボットである Miro を用いて行われた感情表現についての研究 (Inoue, Wada, & Uehara, 2021) をもとに作成されている[9]。Miro の研究では、動物のような感情表現が人間とのインタラクションを向上させることが示されており、本研究における犬型人工物の感情表現の設計にも応用されている。

これらの感情を表現するため、犬の首、頭、耳、尻尾、鳴き声、動きの速さのパターンを以下のように設定する(表 1-1-表 1-3)。

表 1-1 悲しみの感情表現

部位	動作
首	下に傾ける
頭	下に傾ける
耳	外側斜めに傾ける
尻尾	下に傾ける
鳴き声	高い声でクーンと発音する
動きの速さ	ゆっくり動く

表 1-2 怒りの感情表現

部位	動作
首	下に傾ける
頭	上に傾ける
耳	後ろ側と外側に傾ける
尻尾	上に傾ける
鳴き声	低い声でウー、ワンと発音する
動きの速さ	ややゆっくり動く

表 1-3 喜びの感情表現

部位	動作
首	少し下に傾ける
頭	上に傾ける
耳	後ろ側と外側に傾ける
尻尾	左右に大きく早く振る
鳴き声	高い声でアーンと発音する
動きの速さ	早く動く



図 1 感情表現

3.3 行動を促すための動作の組合せ

本研究では、感情表現を組み合わせた説得表により、ユーザの行動変容を促すための適切な組み合わせを探る。具体的には、以下のような組み合わせが考えられる (Harada & Sumi, 2024) [14]。

1. 悲しみ + ポインティング (例:「ゴミを捨ててほしい」→ 悲しそうにしながらゴミ箱の方向を指し示す)
2. 怒り + 誘導 (例:「スマートフォンを使うのをやめてほしい」→ 怒った様子でユーザを視線で誘導する)
3. 喜び + 呼びかけ (例:「本を読んでほしい」→ 楽しそうに本の前で待機する)

これらの組み合わせが、習慣改善を目的とした説得技術において有効であるかを本研究で検証する。

4. バーチャルペットの開発

本研究では、Mixed Reality (MR)環境において、バーチャルペットがユーザの行動変容を促すためのシステムを開発した。バーチャルペットは、感情表現と動作を組み合わせた説得手法を活用し、ユーザに対して行動を促す役割を担う。本章では、開発したバーチャルペットの機能とシステム構成について述べる。

4.1 促す行動の分類と動作設計

本研究では、ペット型人工物がユーザに対して行動を促す際の行動を以下の4つのカテゴリに分類した。

1. ペット関係行動 (例: 餌やり, おもちゃの片付け)
2. 非ペット関係行動 (例: 読書, 本の片付け, ゴミ捨て)
3. 制限したい行動 (例: スマートフォンの利用防止)
4. 緊急時の警告 (例: 部屋の外への移動)

これらの行動を促すために、バーチャルペットの動作を「呼びかけ」「誘導」「ポインティング」の3種類に分類し、それぞれの行動に適した組み合わせを設計した。

- **呼びかけ (Attention Calling)**: ユーザの注意を引く動作 (例: 近づく, 鳴く, 視線を向ける)
- **誘導 (Guiding)**: ユーザを目的の場所へ案内する動作 (例: 対象物の近くへ移動)
- **ポインティング (Pointing)**: 特定の対象物を示す動作 (例: 視線を向ける, 頭を傾ける, 対象物と目的地を交互に見る)

本研究では、これらの動作を適切に組み合わせることで自然に行動を促すことを目指した。具体的には、感情表現と動作の組み合わせを考慮し、行動の種類に応じた適切な説得手法を設計した(表 2)。これにより、バーチャルペットが状況に応じた適切な方法でユーザの行動を促せるようにした。

表 2 促す行動ごとの動作・感情パターン

行動	感情	呼びかけ	誘導	ポインティング
読書	喜び	近づき, 鳴く	本棚の前へ移動	本 → ユーザを交互に見る
ゴミ捨て	悲しみ	近づき, 鳴く	ゴミの位置へ移動	ゴミ → ゴミ箱を交互に見る
本の片付け	怒り	近づき, 鳴く	落ちていた本の位置へ移動	本 → 本棚を交互に見る
おもちゃの片付け	怒り	近づき, 鳴く	おもちゃの位置へ移動	おもちゃ → 片付ける箱を交互に見る
ペットへの餌やり	悲しみ	近づき, 鳴く	餌皿の位置へ移動	餌皿 → 飼い主を交互に見る
スマートフォンの使用防止	怒り	近づき, 鳴く	ユーザの前で待機する	ユーザを見る, 5回鳴く
部屋の外への移動	怒り	近づき, 1回鳴く	ドアの前へ移動	部屋の外でユーザを見る

4.2 システム構成

本研究では、HoloLens 2 を用いた MR 環境でバーチャルペットを動作させ、ユーザとのインタラクションを実現するシステムを開発した。Unity を用いて仮想ペットを実装し、リアルタイムで環境内を移動し、説得動作を行う設計となっている。

バーチャルペットは、以下の機能を備えている。

- ナビゲーション機能: ユーザの動きに応じて適切に移動
- 感情表現機能: 喜び, 悲しみ, 怒りの感情を視覚・音声で表現
- インタラクション機能: ユーザの行動に対して適切な応答を示す

- 遠隔操作機能: 実験環境では、バーチャルペットの行動を実験者が遠隔で制御可能

バーチャルペットの基本的な動作として、ユーザの周囲を移動したり、対象物の前で待機したりすることが可能である。また、待機時には特定の感情を伴うジェスチャーを行い、ユーザの注意を引く。

4.3 システムの主要機能

本研究で開発したバーチャルペットは、ユーザの行動を促すための複数の機能を備えている。HoloLens 2 を用いた MR 環境で動作し、ユーザの位置や行動に適応しながら、適切な感情表現と動作を用いた説得を行う。

まず、ナビゲーション機能では、バーチャルペットがユーザの移動に追従し、適切な距離を維持する。ユーザの行動が期待される場面では、特定の位置で待機し、説得の動作を実行する。待機中にユーザがバーチャルペットを撫でると、ペットが喜びの反応を示す機能も備えており、これは HoloLens 2 のハンドトラッキング機能を活用している。

次に、QR コードを用いた位置調整機能により、仮想オブジェクトの配置を実世界の環境に適合させる。実験室内に設置された QR コードを HoloLens 2 のカメラで認識し、バーチャルペットの位置を正確に調整する。この機能により、実験参加者が直感的にバーチャルペットを実空間内のオブジェクトと関連付けることができる。

さらに、遠隔操作機能を備え、実験者がバーチャルペットの動作をリアルタイムで制御できる。操作用のインターフェースは UDP 通信を利用し、実験者はバーチャルペットの感情表現や説得動作の開始・停止、特定のアクション（呼びかけ、誘導、ポインティング）を任意に実行可能である。この機能により、被験者の反応に応じた適応的なインタラクションが実現される。

本研究では、このバーチャルペットを用いて、習慣改善を目的とした説得技術の有効性を検証する。バーチャルペットがユーザに対してどのように行動を促し、どの感情表現が効果的に作用するかを評価するため、実験においてその機能を活用する。

4.4 実験におけるシステムの使用

本研究では、開発したバーチャルペットを用いて、習慣改善を目的とした説得技術の有効性を検証する実験を行う。実験では、被験者が HoloLens 2 を装着し、仮想ペットとインタラクションを行う環境を提供する。実験システムの役割は以下の通りである。

- 行動喚起の効果を評価するために、対象行動に応じた適切な動作と感情表現を提供
- ユーザの反応に基づいた適応的なインタラクションを行うため、ペットが異なる説得手法を試行
- 遠隔操作によりリアルタイムで調整可能なインタラクションを実現

このバーチャルペットの導入により、従来のロボットや固

定映像では困難だった、動的で個別適応的な説得手法の検証が可能となる。

5. 実験方法

本研究では、ペット型人工物の感情表現と動作を用いた説得技術の有効性を検証するため、2 つの実験を実施した。実験 1 では、HoloLens 2 を用いた MR 環境において「提案手法群」と「吠えるのみ群」を比較し、どのような説得手法が行動促進に寄与するかを調査した。実験 2 では、同じ説得手法を用いた動画実験と比較し、MR 環境特有の影響を検討した。

5.1 実験 1: 提案手法群と吠えるのみ群の比較

MR 環境において、感情表現と動作を組み合わせた説得（提案手法群）が、単に吠えるだけの説得（吠えるのみ群）よりも行動促進に効果的かどうかを検証する。

5.1.2 被験者

本実験には、18 歳から 33 歳の大学生 20 名（男性 14 名、女性 6 名）が参加した。被験者は無作為に 2 群に分けられた。

- 提案手法群（10 名）：バーチャルペットが感情を表現しながら動作（近づく、じっと見る、繰り返すなど）を行い、説得を試みる。
- 吠えるのみ群（10 名）：バーチャルペットは対象物を見つめた後、吠える動作のみを行う。

5.1.3 実験環境

本実験は、HoloLens 2 を装着した被験者が、MR 環境内のバーチャルペットとインタラクションを行う形式で実施された。実験室には、QR コードによって位置調整された仮想オブジェクト（本、ゴミ箱、おもちゃ箱など）が配置され、バーチャルペットがこれらの対象に対して行動を促すように設計された。

5.1.4 促す行動

本実験では、以下の 7 つの行動を対象とした。

- ペット関連行動：餌やり、おもちゃ片付け
- 非ペット関連行動：読書、本片付け、ゴミ捨て
- 制限したい行動：スマートフォン利用防止
- 緊急時の警告：部屋の外への移動

5.1.5 実験手順

1. 導入：被験者にバーチャルペットの目的を簡単に説明し、HoloLens 2 を装着してもらう。
2. 自由行動 (20 分間)：被験者は実験室内で自由に行動し、バーチャルペットの説得を受ける。
3. 説得の試行：バーチャルペットがランダムなタイミングで、事前に設定した行動を促す。
4. アンケート記入：実験終了後、被験者は行動の成功率、意図の伝わりやすさ、説得の不快感について評価するアンケートに回答。



図 2 MR 環境と動画の実験

5.2 実験 2：Mixed Reality (MR)環境と動画の比較

5.2.1 実験目的

本研究では、Mixed Reality (MR) 環境と動画環境におけるバーチャルペットの説得効果を比較する実験を行った。

(図 2)．MR 環境では、HoloLens を用いて実験室内にバーチャルペットを投影し、ユーザが直接インタラクションを行った。一方、動画環境では、同じ実験室の映像を用い、バーチャルペットの動作を画面越しに視聴する形式とした。両環境ともに、犬のバーチャルペットがおもちゃや本、餌皿などの対象物を用いて行動を促す様子を提示し、意図伝達や説得効果を比較した。

5.2.2 被験者

動画実験には、40 名の大学生が参加し、各行動に対して提案手法群と同様の説得を受けた後、同じアンケートに回答した。

5.2.3 実験環境

動画実験では、被験者が HoloLens 2 を用いず、PC 画面でバーチャルペットの説得動作を視聴し、その効果を評価する形式とした。

5.2.4 実験手順

1. 動画視聴：被験者は、実験 1 で使用したバーチャルペットの説得動作の動画を視聴する。
2. アンケート記入：実験 1 と同様の質問（成功率、意図の伝わりやすさ、不快感）に回答する。

5.3 分析方法

5.3.1 成功率の算出

成功率は、各行動目標に対して、バーチャルペットの説得を受けた後に行動を実行した被験者の割合として定義した。動画環境では、被験者がバーチャルペットの指示を含む動画を視聴した後、アンケートにて「この状況で実際に行動を起こすと思うか？」と質問し、「はい」と回答した割合を成功率として計算した。

5.3.2 統計解析

本研究では、以下の統計手法を用いて群間比較を行い、説

得手法の有効性を評価する。

- カイ二乗検定 (χ^2 検定)：2 群間（提案手法群 vs. 吠えるのみ群、HoloLens vs. 動画）の成功率の差を検定する。
- 効果量 (Cohen's d)：実験 1 と実験 2 の成功率の差が実験的に意味のある大きさを持つかを評価する。
- 自由記述の質的分析：アンケート内の自由記述データを分類し、バーチャルペットの説得に対する主観的な評価を分析する。

6. 実験結果

6.1 実験 1：提案手法群と吠えるのみ群の比較

6.1.2 説得意図の伝達率と成功率

「バーチャルペットが行動を促していると感じたか？」という問いに対する肯定的な回答の割合を表 3 に示す。提案手法群の方が意図が伝わった割合が高く、特に「読書」「おもちゃの片付け」では 20%以上の差があり、「餌やり」では 30%の差が確認された。

「バーチャルペットの説得によって実際に行動をとったか？」という問いに対する肯定的な回答の割合を表 4 に示す。提案手法群の方が「本の片付け」「おもちゃの片付け」「スマートフォンの使用防止」の項目では吠えるのみ群よりも高い成功率を示した。特に「おもちゃの片付け」では、吠えるのみ群では行動が全く見られなかったのに対し、提案手法群では 30%の被験者が行動を実施した。また、「読書」「ゴミ捨て」「部屋の外への移動」では、吠えるのみ群の方が成功率が高かった。カイ二乗検定の結果、すべての行動において有意な群間差は確認されなかった ($p > 0.05$)。

表 3 説得意図の伝達率の比較

行動	提案手法群 (%)	吠えるのみ群 (%)
読書	70.0	50.0
ゴミ捨て	60.0	70.0
本の片付け	30.0	40.0
おもちゃの片付け	30.0	10.0
ペットへの餌やり	60.0	30.0
スマートフォンの使用防止	30.0	20.0
部屋の外への移動	70.0	90.0

表 4 説得意図の成功率の比較

行動	提案手法群 (%)	吠えるのみ群 (%)
読書	60.0	70.0
ゴミ捨て	40.0	50.0
本の片付け	30.0	20.0
おもちゃの片付け	30.0	0.0
ペットへの餌やり	30.0	30.0
スマートフォンの使用防止	40.0	20.0
部屋の外への移動	60.0	70.0

6.1.3 説得に対する不快感

「バーチャルペットの説得に対して不快感を感じたか？」

という質問に対し7段階評価で集計した結果を表5に示す。

表5 説得に対する不快感（平均値）

行動	提案手法群	吠えるのみ群
読書	1.5	1.2
ゴミ捨て	2.8	1.5
本の片付け	2.6	1.3
おもちゃの片付け	1.0	1.0
ペットへの餌やり	1.2	1.0
スマートフォンの使用防止	1.5	1.5
部屋の外への移動	1.6	1.4

全体的に、バーチャルペットの説得による不快感は低いことがわかった。ただし、「ゴミ捨て」や「本の片付け」では、提案手法群の方がやや不快感の評価が高いことが示された。

6.2 実験2：Mixed Reality (MR)環境と動画の比較

6.2.1 成功率の比較

MR 環境と動画の成功率を比較した結果を表6に示す。MR 環境よりも動画の方が全体的に高い成功率を示した。特に「読書」「餌やり」「本の片付け」では動画の方が効果的であった。また、スマートフォン利用防止と部屋の外への移動については動画実験では実施されていないため、比較対象外である。

表6 MR 環境と動画の成功率の比較

行動	MR 環境 (%)	動画 (%)
読書	60.0	80.0
ゴミ捨て	40.0	50.0
本の片付け	30.0	50.0
おもちゃの片付け	30.0	40.0
ペットへの餌やり	30.0	70.0
スマートフォンの使用防止	40.0	—
部屋の外への移動	60.0	—

6.2.2 自由記述の分析

自由記述の分析から、以下のような特徴的な意見が得られた。

1. MR 環境では、バーチャルペットが「対話できる存在」であることを期待される

「犬がもっと反応してくれたら良かった」「話しかけたのに反応しないのが違和感」といった意見が多数あった。

2. 動画では、受動的に視聴するため、感情表現がそのまま伝わりやすい

「動画では犬の表情がよくわかった」「喜んでいる様子が理解しやすかった」という意見が多かった。

3. MR 環境では、行動のトリガーが分かりにくい

「犬が促しているつもりなのか分からなかった」「何をすればいいのか迷った」という意見が一部見られた。

6.2.3 MR 環境でのインタラクティブ性の影響

MR 環境では、ユーザがバーチャルペットとのインタラクティブなやり取りを期待する傾向があることが示唆された。特に「犬に話しかけたが無反応だった」など、受動的に動画を見る場合とは異なる期待感があるため、これが説得の成功率に影響を与えている可能性がある。

7. 考察

本研究では、バーチャルペットを用いた説得技術がユーザの行動変容に与える影響を検討し、MR 環境と動画環境における違いを分析した。その結果、MR 環境ではバーチャルペットとのインタラクティブな関係が期待される傾向があり、単なる映像として提示される動画とは異なる設計上の課題が明らかになった。本章では、被験者の行動、意図伝達、不快感、説得効果についての考察を行い、特に MR 環境におけるバーチャルペットのインタラクティブ性の必要性と、それに伴うソフトウェアデザインの課題について詳しく議論する。

また、MR 環境では、単なる視覚的な表現だけではなく、ユーザとの対話的なインタラクションが不可欠であることが示唆された。本研究の結果は、MR 技術を用いたバーチャルエージェントの設計において、ユーザの期待と実際のシステム挙動のギャップを埋めるための設計指針を提供するものである。

7.1 実験中の被験者の行動について

実験中、被験者はバーチャルペットがいる方向に体を向けたり、こまめに視線を向けたりする行動を取っていた。このような行動は、実際のペットを見守る行動と類似しており、ユーザがバーチャルペットの動きを常に気にかけていたことを示唆している。特に、バーチャルペットが特定の行動を示した際に、それを注意深く観察する傾向があった。これは、バーチャルペットが「逃げそうになる」「ゴミを食べようとする」といった危険な行動をすることで、ユーザの行動を促す設計が有効である可能性を示している。

また、被験者はバーチャルペットに促された行動をする際、バーチャルペットの反応を確認しながら行動していた。このことから、ユーザの行動に応じてバーチャルペットが異なる反応を示すことで、より自然で対話的な説得が可能になると考えられる。さらに、ユーザが慎重に行動を選択していたことから、「対象に近づく」「手を伸ばす」「持ち上げる」「移動する」など、行動のプロセスを細かく分けて段階的に説得するアプローチが有効である可能性がある。

また、被験者はバーチャルペットに促された行動をする際、バーチャルペットの反応を確認しながら行動していた。このことから、ユーザの行動に応じてバーチャルペットが異なる反応を示すことで、より自然で対話的な説得が可能になると考えられる。さらに、ユーザが慎重に行動を選択していたことから、「対象に近づく」「手を伸ばす」「持ち上げ

る」「移動する」など、行動を段階的に分けて説得することが有効であると考えられる。

実験中、被験者はバーチャルペットに対して高い関心を示し、視線を向ける頻度が多かった。これは、ユーザがバーチャルペットを単なる視覚的情報としてではなく、「インタラクションが可能な存在」として認識していた可能性を示している。特にMR環境では、「犬が反応してくれなかった」「もっと対話できる動作が欲しい」といった自由記述の意見が多く見られ、ユーザがバーチャルペットとの双方向的なやり取りを期待していることが明らかになった。

これは、MR環境では現実空間と仮想空間が融合するため、ユーザの期待値が動画環境とは異なることを示唆している。動画環境では受動的に視聴することが前提となるため、単なる動作や感情表現でも意図が伝わりやすい。しかし、MR環境ではバーチャルペットが「そこにいる」というリアルな存在感を持つため、ユーザは「話しかければ反応する」「行動に応じて反応が変わる」といった高度なインタラクションを求める傾向が強いと考えられる。

このため、バーチャルペットがユーザの行動に応じたフィードバックを提供することで、より自然なインタラクションを実現する必要がある。例えば、ユーザが読書を始めたらバーチャルペットが満足そうに振る舞う、ゴミを拾ったら嬉しそうに吠えるといった設計が、より強い説得効果につながる可能性がある。

7.2 意図伝達について

実験の結果、特定の行動ではバーチャルペットの説得意図が比較的伝わりやすい傾向が見られた。例えば、読書やゴミ捨てといった行動では、対象物と行動のつながりが明確であるため、単純な動作（例：吠える）でも意図が十分に伝わる可能性がある。

一方で、本の片付けやおもちゃの片付けのように、行動に明確な「終点」が必要な場合、バーチャルペットの説得表現が不十分である可能性が示唆された。これらの行動では、単に対象物を指し示すだけでは不十分であり、片付けるべき場所を示す動作（例：本棚を指す、おもちゃ箱の前に移動する）を追加することで、意図の伝達がより効果的になると考えられる。

7.3 説得に対する不快感について

説得に対する不快感の評価では、ほとんどの被験者がバーチャルペットによる説得を不快には感じていなかった。特に、「ペットと関係のある行動」（餌やり・おもちゃの片付け）では、不快感が低く、「ペットを助けてあげたい」という気持ちが説得にポジティブな影響を与えたと考えられる。これは、バーチャルペットがユーザに寄り添う存在として機能していることを示しており、日常生活における行動促進の観点から有用な特性である。

一方、「ゴミ捨て」や「本の片付け」では不快感がやや高く、ペットと行動の関連性が低い場合、ユーザが違和感を感じ

る可能性があることが分かった。また、怒りの表現については、「叱られているようで嫌だった」との意見が見られたことから、過度な強調は避け、適切な強度で使用する必要があると考えられる。

7.4 説得効果について

行動促進の成功率では、MR環境よりも動画環境のほうが全体的に高い結果が得られた。特に視覚的な情報が直接伝わりやすい行動（例：読書や餌やり）では、動画のほうが効果的だった。これは、動画では感情表現がストレートに伝わりやすいことが要因となった可能性がある。

本研究の分類（ペット関係行動、非ペット関係行動、制限したい行動、緊急時の警告）に基づく説得効果に明確な違いは見られず、行動の種類ごとに異なる要因が影響している可能性がある。そのため、バーチャルペットの説得効果を向上させるには、行動の性質（実行のしやすさや対象物との関連性）、片付けなどの完了基準の明示、感情表現の適切な調整といった要素を考慮することが重要である。

7.5 MR環境におけるインタラクティブ性の課題

本研究の結果から、MR環境においてバーチャルペットがユーザとの対話的なやり取りを求められることが分かった。これは、現実空間と仮想空間が重なり合うMR環境では、バーチャルペットに「能動的な存在」としての振る舞いが期待されるためである。

この点は、従来の動画や単なるARエージェントとは異なり、バーチャルペットがどのように「反応」し、ユーザの行動に適応するかが設計の重要なポイントになることを意味している。例えば、「犬に話しかけても反応しない」といった意見が多かったことから、音声入力やジェスチャーを認識し、それに応じた動作を返す機能を追加することで、より自然なインタラクションが可能になると考えられる。

また、MR環境では物理的な空間との整合性も考慮する必要がある。現実空間のオブジェクトと連動したバーチャルペットの振る舞いが重要となる。たとえば、ユーザの手の動きを検出し、それに応じてバーチャルペットが行動を変えるような設計が、より強い説得効果につながる可能性がある。

8. まとめ

本研究では、バーチャルペットを用いた説得技術の効果をMixed Reality (MR)環境と動画環境と比較し、ユーザの行動変容やインタラクションの違いを分析した。結果として、MR環境ではバーチャルペットとのインタラクティブな関係が期待される傾向が強く、単なる映像として提示される動画環境とは異なる設計の課題が明らかになった。

行動促進の成功率に関しては、MR環境と動画環境の間に有意差は確認されなかったものの、動画のほうが特定の行動（読書や餌やり）では効果的であった。一方で、MR環境ではユーザがバーチャルペットとの対話を期待する傾向があ

り、「反応がほしい」「対話的な動作が必要」といった意見が多く見られた。

これらの結果から、MR 環境におけるバーチャルペットの説得技術には、単なる感情表現や動作の提示だけでなく、ユーザとの双方向的なインタラクションを強化することが求められることが示唆された。特に、ユーザの行動に応じたリアルタイムな反応を取り入れることで、より自然で効果的な説得が可能になると考えられる。

参考文献

- [1] Batson, C. D. (1991). The altruism question: Toward a social-psychological answer. Lawrence Erlbaum Associates.
- [2] Breazeal, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1-2), 119-155. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00047-8](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00047-8)
- [3] Carballo, F., Cavalli, C. M., Martínez, M., & Bentosela, M. (2020). Asking for help: Do dogs take into account prior experiences with people? *Learning & Behavior*, 48(4), 411-419. <https://doi.org/10.3758/s13420-020-00437-2>
- [4] Davis, M. H. (1994). Empathy: A social psychological approach. Westview Press.
- [5] D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). AutoTutor and affective computing: Enhancing learning through intelligent tutoring systems. *Educational Psychologist*, 47(3), 181-190. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.680692>
- [6] Fogg, B. J. (2003). Persuasive technology: Using computers to change what we think and do. Morgan Kaufmann.
- [7] Fujita, M. (2000). AIBO: Toward the era of digital creatures. *The International Journal of Robotics Research*, 20(10), 781-794. <https://doi.org/10.1177/02783640122068092>
- [8] Harada, R., & Sumi, K. (2024). Persuasive technology through behavior and emotion with pet-type artifacts. In Baghaei, N., Ali, R., Win, K., Oyibo, K. (Eds.), *Persuasive Technology. PERSUASIVE 2024. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 14636. Springer, Cham.
- [9] Inoue, M., Wada, K., & Uehara, R. (2021). Comparison of robot-assisted therapy and animal-assisted therapy for elderly individuals with dementia. *International Journal of Social Robotics*, 13(2), 221-232. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00654-3>
- [10] Kerepesi, A., Doka, A., Miklósi, Á., & Csányi, V. (2006). Do animals have a "theory of mind"? A nonverbal test of visual perspective taking in dogs. *Behavioural Processes*, 73(3), 224-230. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.06.005>
- [11] Koay, K. L., Walters, M. L., Dautenhahn, K., & Te Boekhorst, R. (2013). Social robots for the home: A study on dog-like robot behavior and people's responses. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593-613. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0206-8>
- [12] Lakatos, G., Gácsi, M., Konok, V., Brúder, I., Bereczky, B., Korcsok, B., & Miklósi, Á. (2012). Emotion attribution to a non-humanoid robot in different social situations. *PLoS One*, 7(9), e49950. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049950>
- [13] Miklósi, Á., Polgárdi, R., Topál, J., & Csányi, V. (2000). Intentional behavior in dog-human communication: An experimental analysis of "showing" behavior in the dog. *Animal Cognition*, 3(3), 159-166. <https://doi.org/10.1007/s100710000072>
- [14] Miklósi, Á., & Topál, J. (2013). What does it take to become "best friends"? Evolutionary changes in canine social competence. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(6), 287-294. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.04.005>
- [15] Okada, M. (2012). Robot as a weak agent: Human-like communication through incongruency resolution. *AI & Society*, 27(2), 173-181. <https://doi.org/10.1007/s00146-011-0361-5>
- [16] Picard, R. W. (1997). Affective computing. MIT Press.
- [17] Shibata, T., & Wada, K. (2011). Robot therapy: A new approach for mental healthcare of the elderly – A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 378-386. <https://doi.org/10.1159/000319015>
- [18] Sinaceur, M., & Tiedens, L. Z. (2006). Get mad and get more than even: When and why anger expression is effective in negotiations. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(3), 314-322. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2005.05.002>
- [19] Tamura, T., Yonemitsu, S., Itoh, A., Oikawa, D., Kawakami, A., Higashi, Y., Fujimo, H., & Nakajima, K. (2004). Is an entertainment robot useful in the care of elderly people with severe dementia? *The Journals of Gerontology: Series A*, 59(1), M83-M85. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.1.M83>
- [20] Tan, W. J., Asoh, H., & Ueno, K. (2023). The social impact of robotic pets in elderly care facilities: An observational study. *Journal of Robotics and Autonomous Systems*, 156, 104258. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104258>
- [21] Wada, K., & Shibata, T. (2007). Living with seal robots – Its sociopsychological and physiological influences on the elderly at a care house. *IEEE Transactions on Robotics*, 23(5), 972-980. <https://doi.org/10.1109/TRO.2007.906261>
- [22] Wang, L., Wu, T., Zhang, J., & Shen, W. (2020). Effects of virtual agents on students' learning motivation and engagement in online learning environments. *Computers & Education*, 157, 103994. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103994>