

視聴デバイスの差異による球体の動きに対する印象の違いの分析

The effect of viewing device on the impression for moving object

飯野 直樹^{1*} 磯部 光裕¹ 石川 幸太郎¹ 中島 亮一² 大澤 正彦^{1,3}

Naoki Iino¹, Mitsuhiro Isobe¹, Kotaro Ishikawa¹ Ryoichi Nakashima² Masahiko Osawa^{1,3}

¹ 専修大学

¹ Senshu University

² 京都大学

² Kyoto University

³ 日本大学

³ Nihon University

Abstract:

シンプルな動きの差異でエージェントに対するユーザの印象が大きく変化することが先行研究から示されている。しかし近年のデバイスの多様化に伴い、映されるエージェントの見え方や、ユーザの見る姿勢などに違いが生じる。本研究では、視聴デバイス（スマートフォンとPC）による、球体エージェントの動きに対する印象の違いを調べた。その結果、スマートフォンでの視聴では揺れのある物体の動きに対しての親しみの印象が高かった一方で、PCの視聴ではスマートフォンに比べて揺れない物体に対する親しみの印象が高かった。つまり、視聴デバイスを考慮することで、エージェントの印象をよくするための適切な動きを決めることができる。

1 はじめに

これまで Pepper に代表されるようなロボットとのインタラクションが行われてきたが、最近では情報メディア端末の普及によりバーチャルエージェントが注目を浴びている。バーチャルエージェントとは、ユーザと画面内のキャラクターとのインタラクションを通じてシステムの操作を行うユーザインタフェース (UI) である [1]。小松・九鬼 [2] は、ロボットエージェントの方がバーチャルエージェントよりインタラクション相手として信頼されていることを報告した。ただし、ロボットエージェントを見た後にバーチャルエージェントを見るという状況を作ったり、バーチャルエージェントに個性を加えたりすると、ユーザはバーチャルエージェントに対してロボットエージェントと同じように振舞うことも同時に報告している。

人とバーチャルエージェントがインタラクションする場面を考える。その際、バーチャルエージェントの提示には様々なデバイスが用いられる。バーチャルエージェントの提示デバイスは現在、PC、スマートフォン、タブレットやVRグラス等が存在しており、各デバイスによって画面サイズや視聴する体勢などが異なる。す

ると、それがバーチャルエージェントに対する印象にも影響を与えるかもしれない。ユーザーフレンドリーなエージェントを目標とすると、用いるデバイスによる影響は無視できない。

また、人とエージェントとのインタラクションを考えると、言語的なやりとりだけではなく、非言語的なやりとりも重要である。エージェントのサポートがついたポーカーゲームにおいて、言語のみでサポートするエージェントよりも、顔表情（非言語情報）を付加したエージェントの方が、親しみを感ぜられやすい [3]。また、外見的には生き物には見えないトウフのようなエージェントに対し、非分節音によってアニメシー（生物らしさや意図を持っていると感ずること [4]）や親しみを感ぜさせることができる [5]。このようなことから外見的要因がその物体に対する様々な印象に影響を与えていることはよく知られている。さらに、エージェントの外見のみならず、動きによっても印象が大きく変わることは知られている [6] [7]。視聴デバイスごとの大きな違いとして、画面の大きさがある。そのため、視聴デバイスによって、エージェントの外見の違いよりも動きの違いが大きく表出されるだろう。そこで本研究ではエージェントの動きに着目した。

人とエージェントとのインタラクションの構成要素の一つとして、エージェントを見るという状況が考え

*連絡先：専修大学ネットワーク情報学部
〒214-8580 神奈川県川崎市多摩区東三田 2-1-1
E-mail: ne300063@senshu-u.ac.jp

られる。大塚ら [8] は、球体（エージェント）が運動する動画を視聴する場面において、運動の方向・球体の速さ・球体の揺れの方向の3つの要因が、運動する球体に対するアニメーションと癒しの印象にどのような影響を与えるかを調査した。その結果、ゆっくりと横方向に動く場合、横揺れより縦揺れの方がアニメーションを感じる傾向が見られた。また、横方向に動く場合、揺れなしより縦揺れ、横揺れより縦揺れにそれぞれ癒しを感じやすいことも分かった。進行方向と90°の方向の揺れを加えることで、アニメーションと癒しを感じさせやすいことが分かったので、本研究では、この研究をもとにして、視聴デバイスによってこれらの印象の違いが見られるかを検討した。

本研究では、視聴デバイス別による、動く球体の印象の違いについて注目する。球体が動いている動画を観て、癒し・アニメーション・親しみ・落ち着きに関する印象の評価実験を行うが、その際、スマートフォンとPCの2つのデバイスで視聴するグループを設定し、視聴デバイスごとの印象の違いを探る。

2 実験

2.1 実験目的

運動する物体（灰色の球体）の動画を視聴する際に、視聴するデバイスがPCかスマートフォンかによって、その物体に対する印象の違いが生じるかを調べる。

2.2 実験参加者

実験参加者は400人で、「クラウドワークス¹」にて募集した。募集の際、PCでもスマートフォンでも参加できるように設定し、各実験参加者は自分の好きなデバイスを用いて参加した。実験に回答してもらう際に、ダミー動画を入れて、こちらの指示通りの回答をしていたかを確認した。ダミー動画に対する回答が正しくない参加者のデータは、分析から除外した。その結果、有効回答者数は208人となった（男性:98人, 女性:110人, 年齢範囲:20歳~64歳, 平均年齢:38.9歳, 標準偏差:9.4歳）。PCが132人で、スマートフォンが73人だった（タブレットを用いて参加した協力者が3人いたが、今回の分析対象からは除外する）。つまり、有効回答のうち、計205名分のデータを分析対象とした。1人につき1回しか実験に参加できないように設定したため、2種類の視聴デバイスで重複して実験に参加した人はいない。

¹クラウドワークス「トップページ」, <https://crowdworks.jp/>

表 1: 動画を見た後の質問

質問
この球の動きを見て、どれくらい見ていたと思いますか？ (1: 一度だけでよい ~ 5: ずっと再生していたい)
この球の動きを見て、生き物のように感じますか？ (1: 機械的に感じる ~ 5: 生き物のように感じる)
この球の動きを見て、親しみを感じますか？ (1: 感じない ~ 5: 感じる)
この球の動きを見て、落ち着きますか？ (1: 感じない ~ 5: 感じる)

2.3 実験方法

実験では、3DCG ソフトで作成した灰色の球体が、縦横方向に動く動画を7種類用意した。各動画を見てもらい、その後その動画に対する4つの質問に回答してもらおう。これを1セットとし、各動画に対し繰り返して、計7セット行う。動画視聴後の質問項目は、表1の通りである。各質問項目は、癒し (Q1)、アニメーション (Q2)、親しみ (Q3)、落ち着き (Q4) を測定していると想定している。また、印象得点は1~5点（高い数値ほど各印象が強いことを示す）の5件法により取得する。

2.4 実験動画

実験では球体が動く20秒の動画を用いた。球体はゲーム開発プラットフォーム (Unity) の3D-Object の”Sphere” というデータを使用しモデリングを行った。球体の大きさは直径200ピクセルであり、色はRGB(255, 244, 214) に設定した。ダミー動画1つを含め、動きの方向と揺れの方向を組み合わせた7つの動画を作成した。動きの方向は縦方向・横方向の2通りであった。球体の基本の動きは画面内の水平方向を x (ピクセル)、垂直方向を y (ピクセル) とし、画面中央を原点として、各時刻 t ($0 \leq t \leq 20$) における球体の中心座標を (x, y) で表すと、以下のように定義される単振動であった。

移動方向が横の場合、

$$x = 200\sin(t \pi / 5), y = 0$$

移動方向が縦の場合、

$$x = 0, y = 200\sin(t \pi / 5)$$

揺れの方向は、揺れなし・縦揺れ・横揺れと設定した。揺れなしでは、上記の座標で定義される単振動を行う。揺れは $50\sin^4(t \pi / 5)$ で表されるものを用いた。移動方向に対して直交する揺れをする場合（例：縦方向の移動に対し横揺れする場合）、横波の形を描くように動く。以降、これを「直交揺れ」と呼ぶ。移動方向に対して同じ方向に揺れる場合（例：縦方向の移動に対し縦

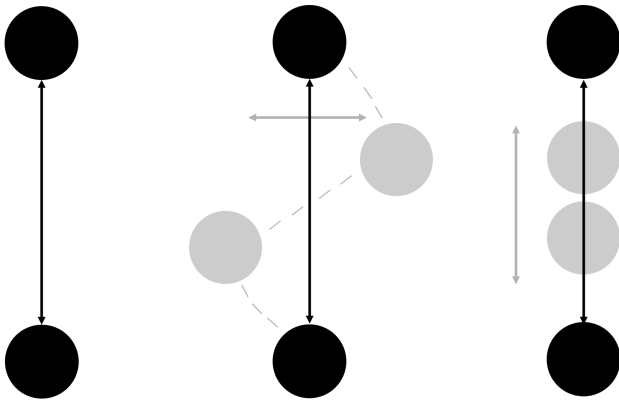


図 1: 縦方向の運動の例。左から揺れ無し、直交揺れ、平行揺れを示している。見やすさを重視し球体を黒くしているが、実際は灰色の球体が動いていた。

揺れる場合)、基本の動きのような単振動ではなく、速さに緩急のある動きをしながら画面を往復する。以降「平行揺れ」と呼ぶ。縦方向に移動する場合の「直交揺れ」、「平行揺れ」は、ある時刻 t における球体の中心の座標を (x, y) として、以下のように表される。横方向の移動の場合は、 x と y を入れ替えて表現される。

直行揺れ

$$x = 50\sin 4(t \pi / 5)$$

$$y = 200\sin(t \pi / 5)$$

平行揺れ

$$x = 0$$

$$y = 200\sin(t \pi / 5) + 50\sin 4(t \pi / 5)$$

以上のように作成した球体の動きを図 1 に示す。

ダミー質問用の動画では、灰色の球体が、画面中央で小刻みに震えているように見える動画を制作した。

物体の運動を、Unity を用いてモデリングを行った。その動きをスクリーンショットの機能で録画し、それを動画編集ソフト (iMovie) を用いて編集した。その結果、画面サイズ 720*720px、長さ 20 秒の動画が出来上がった。球体の運動の周期を 10 秒と設定したため、この動画では球体は画面内を 2 回往復した。

各参加者が持つデバイス上に表示された Web ページ上で作成した動画を提示した。その際、動画はページサイズの横の長さの 30 % のサイズで再生されるように設定した。

2.5 実験手続き

実験参加者は、クラウドワークスで指定された web ページに移動し、実験内容を読み、参加に同意して実験を開始した。最初のページでは、年齢・性別・調査に用いている視聴デバイスについて回答してもらった。

次のページに移動すると、個人のパーソナリティについての質問項目 (TIPI-J[9]) が表示され、それに回答してもらった。ただし、本研究の目的は視聴デバイスの違いによる動画の印象の違いの検討であるため、実験参加者のパーソナリティ特性に着目した分析は行わない。

次に進むと、球体が動く動画 (20 秒) が自動的に再生された。この動画は前述の 7 種類動画の中からランダムに選ばれたものである。動画再生終了後に自動的に質問項目のページに移動し、実験方法で示した 4 つの質問項目に 5 件法で回答してもらった。これを各動画に対し行った。つまり計 7 種類 (実験用動画 6 種類 + ダミー動画 1 種類) の動画を 1 回ずつランダムな順序で提示した。ダミー動画の再生と質問への回答は、実験参加者がきちんと説明を読んで回答しているかを確認するために行った。

ダミー動画視聴後の質問は、癒しを測る質問 (Q1) を「この球の動きを見て、「5」を選択してください」、アニメシーを測る質問 (Q2) を「この球の動きを見て、「1」を選択して下さい」に変更して実験参加者が説明を読んでいるかを確認した。親しみ、落ち着きに関して測る質問は通常の動画と同様であった。

2.6 データ分析

視聴デバイス、動きの方向、揺れの方向の 3 要因を独立変数とする。視聴デバイスが参加者間要因で、動きの方向、揺れの方向が参加者内要因である。視聴デバイスは「スマートフォン、PC」の 2 水準、動きの方向は「横方向、縦方向」の 2 水準、揺れの方向は「揺れなし、平行揺れ、直交揺れ」の 3 水準である。癒し得点・アニメシー得点・親しみ得点・落ち着き得点をそれぞれ従属変数とする。

癒し得点・アニメシー得点・親しみ得点・落ち着き得点それぞれについて、各要因がどのような影響を与えるかを調べるために、混合要因の 3 要因分散分析を行った。特に、視聴デバイスによる影響に焦点を当て、これらの要因と他の要因の交互作用に着目して結果を分析した。

3 実験結果

3.1 癒し得点

癒し得点についての分散分析を行ったところ、動きの方向と揺れの方向に交互作用が見られた ($F(2,406)=5.13, p=0.006$)。

横方向の動きでは、直交揺れと揺れなしは同程度の得点だったが ($p=0.120$)、揺れなしに比べて平行の揺れの

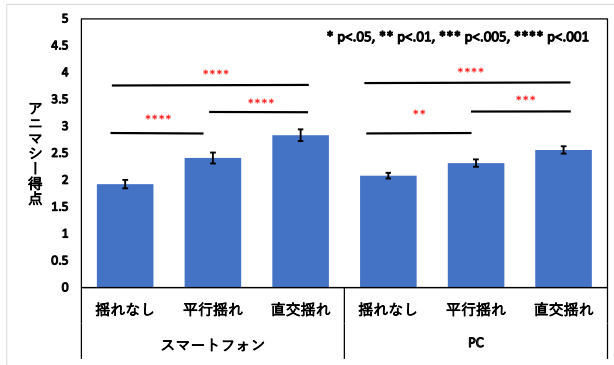


図 2: アニマシー得点。
エラーバーは標準誤差を示す。

得点が低く、($p < 0.001$)、直交揺れより平行揺れの得点低かった ($p < 0.001$)。一方、縦方向の動きでは、直交揺れと揺れなしは同程度の得点 ($p = 0.120$) で、平行揺れと揺れなしも同程度の得点 ($p = 0.248$) だったが、直交揺れが平行揺れより癒しを感じやすかった ($p < 0.001$)。そして、平行揺れにおいては、横方向より縦方向の動きの場合に癒しの得点が高いことが分かった ($p < 0.001$)。しかし、デバイスの主効果 ($F(1,203) = 0.09, p = 0.7672$)、デバイス・揺れの方向の間の交互作用 ($F(2,406) = 2.03, p = 0.9618$)、デバイス・動きの方向・揺れの方向の間の交互作用 ($F(2,406) = 2.49, p = 0.084$) は見られなかった。この結果から、癒しを感じるかどうかは動きの方向や揺れによる影響が大きいと考えられる。しかし、視聴デバイスによって、その傾向が大きく変わることはないかもしれない。

3.2 アニマシー得点

アニメシー得点についての分散分析を行ったところ、デバイス・揺れの方向の間に交互作用 ($F(2,406) = 4.74, p = 0.009$) が見られた。図 2 にこの結果をまとめたものを示す。

スマートフォンと PC ごとに得点の傾向を見てみると、両者において、揺れなし、平行揺れ、直交揺れの順で得点が高かった ($ps < 0.001$)。ただし、直交揺れでは、スマートフォンでの視聴した場合に、PC での視聴よりも得点が高かった ($p = 0.040$)。

よって、アニメシーを感じる要因としては、揺れ、特に直交揺れが重要な要素だと考えられる。直交揺れに注目すると、スマートフォンでの視聴において、球体にアニメシーを感じやすかった。

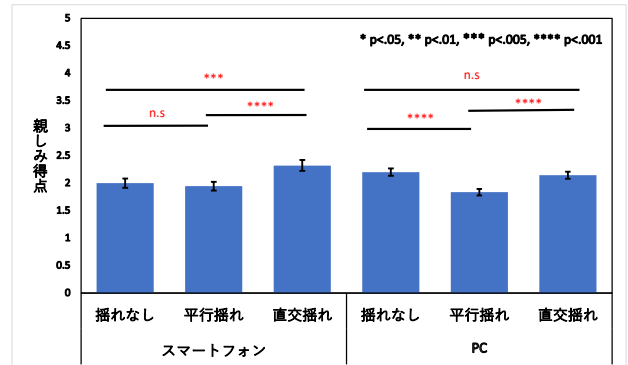


図 3: 親しみ得点。
エラーバーは標準誤差を示す。

3.3 親しみ得点

親しみ得点についての分散分析を行ったところ、デバイス・揺れの方向の間に交互作用 ($F(2,406) = 5.03, p = 0.007$) が見られた。図 3 にこの結果をまとめたものを示す。

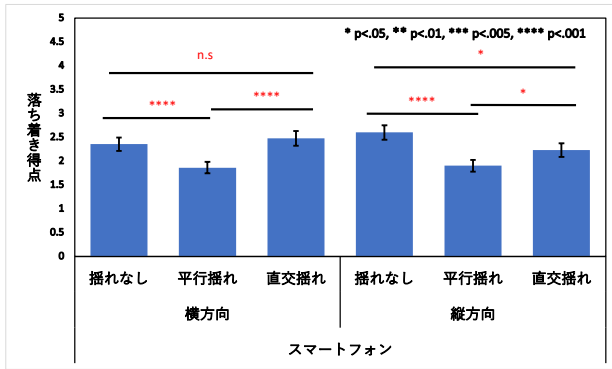
スマートフォンの場合、揺れなしと平行揺れに比べて、直交揺れの得点が高かった ($ps < 0.005$)。一方で、PC の場合、平行揺れと比べ、揺れなしと直交揺れの得点が高かった ($ps < 0.01$)。揺れなしの得点が直交揺れの得点と同じ程度であった ($p = 0.454$)。つまり、スマートフォンでは直交揺れに対して親しみを感じやすいが、PC であれば揺れなしも直交揺れと同様に親しみを感じやすくなる。

3.4 落ち着き得点

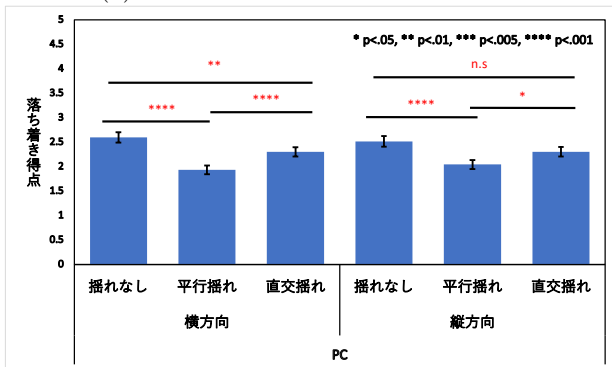
落ち着き得点についての分散分析を行ったところ、デバイス・動く方向・揺れの方向の交互作用 ($F(2,406) = 3.99, p = 0.019$) が見られた。

図 4 にこの結果をまとめたものを示す。まず、スマートフォンで視聴した場合の結果をまとめた。横方向に動くとき、直交揺れと揺れなしの得点は同程度 ($p = 0.405$) だが、平行揺れだけが得点が低くなっていた ($ps < 0.001$)。一方で、縦方向に動くとき、平行揺れ、直交揺れ、揺れなしの順に得点が高かった ($ps < 0.01$)。更に、揺れなしの場合は縦方向より横方向の方が得点が高く ($p = 0.032$)、直交揺れの場合、縦方向より横方向の方が得点が低くなった ($p = 0.032$)。

続いて、PC で視聴した場合の結果をまとめた。横方向に動くとき、平行揺れ、直交揺れ、揺れなしの順に得点が高かった ($ps < 0.01$)。一方で、横方向に動くとき、直交揺れと揺れなしの得点は同程度 ($p = 0.054$) だが、平行揺れだけが得点が低いことが分かった ($ps < 0.05$)。



(a) スマートフォンでの視聴。



(b) PCでの視聴。

図 4: 落ち着き得点。
エラーバーは標準誤差を示す。

上記の結果をまとめると、スマートフォンでの視聴の場合、横方向では平行揺れと比べて揺れなしと直交揺れの得点が高く、それらは同程度の得点だった。一方で、縦方向では平行揺れ、揺れなし、直交揺れの順に得点が高かった。PCでの視聴の場合、横方向では平行揺れ、揺れなし、直交揺れの順に得点が高かった。一方で、縦方向では平行揺れと比べて揺れなしと直交揺れの得点が高く、それらは同程度の得点だった。

4 考察

本研究では、球体が運動する動画に対する印象、視聴デバイスによって異なるかを調べた。結果をまとめると以下ようになる。

球体の動きと直交した方向に揺れているものに癒しを感じる傾向が見られた。これは、視聴デバイスによらず、同様の傾向であった。つまり、デバイスの違いは、球体運動をずっと見ていたいという印象には大きな影響を与えないと考えられる。このことから、エージェントとのインタラクションの中でも、エージェントの動きをただ長時間観察してもらいたい場面（本研究では、これを癒しを与える場面だと考えている）に

おいては、それを表示するデバイスはあまり関係なく、規則的で進行方向に対して 90°の方向に揺れている動きを見せることが有効だろう。

また、揺れのある球体の運動に対してアニメーションを感じる傾向があった。しかし、直交揺れの動きについては、スマートフォンで視聴すると、PCで視聴する時と比べてアニメーションを感じやすい事がわかった。一方、平行揺れではデバイスごとにアニメーション得点に違いが見られなかった。よって、デバイスごとに、もっともアニメーションを感じさせる揺れが異なるのかもしれない。

スマートフォンで視聴した場合、運動方向と直交した揺れに対し親しみを感じる事が分かった。しかしPCで視聴した場合、揺れないのもであっても直交揺れと同程度の親しみを感じる傾向があった。よって、親しみに関してもデバイスごとに揺れが印象に与える影響に差があるとわかった。

スマートフォンでの視聴の際、横方向の動きに関して揺れなしと直交揺れでは落ち着きの感じ方に違いが見られなかったが、縦方向では揺れなしにおいて最も落ち着きを感じやすかった。PCでの視聴の際、縦方向の動きに関して揺れなしの方が落ち着きを感じやすかったが、横方向の動きに関して揺れなしと直交揺れでは落ち着きの感じる度合いに違いが見られなかった。つまり、縦方向と横方向では落ち着きを感じさせる度合いは異なる。

以上のことから、大まかにはPCでの視聴の際には、揺れない動画に対してそれぞれの印象を強く感じやすい事が分かった。

スマートフォンとPCで視聴する場合は、前述のように、視聴する画面の大きさ、画面との距離や視聴する体勢が異なる。画面自体の大きさや、画面までの距離が異なると、画面の見えの大きさが変わる。畑田ら [10] は、観察距離を 2m として、観察画角を変えると、臨場感が観察画角とともに増加することを報告している。具体的には、20°以下の狭い画角では臨場感もはかなり弱く、大きくすれば臨場感が増加するが、60°以上になると飽和傾向が見られた。つまり、画面の見えが大きくなると臨場感を感じやすくなる。しかしながら、今回の実験では画面が大きいと考えられるPC視聴での全体的な得点はスマートフォンと比べて大きく違わなかった。

また、PCで視聴する場合には椅子に座り画面を見ることが多いが、スマートフォンでの視聴では、立った状態、寝ころんだ状態で画面を見る場合もあるだろう。大学生を対象としてアンケート調査を行ったところ [11]、立った状態や寝転んだ状態でスマートフォンを見ることもあるという報告が得られた。また、それぞれの状態でスマートフォンと顔の距離も聞いたところ、寝転んだ状態では、他の状態よりも顔とスマートフォンの距離が近かった。そのため、今回の実験では

スマートフォンでの視聴時は揺らぎのある動きで印象の得点が高くなったが、姿勢によって画面の距離が近くなると、画面の見えが大きくなりPC視聴時と同じような結果になるかもしれない。今後の展望として、実験している姿勢や画面との距離による臨場感と印象の違いを調べることで、機能を増やして人とインタラクションして、その印象を分析することを考えている。

5 おわりに

本研究では、視聴デバイスの違いによって、球体の運動に対する印象の違いが生じるかを調べた。その結果、視聴デバイスによって印象の得点が高くなる動きが異なっていた。エージェントの動きを見ているという限定的な状況ではあるが、バーチャルエージェントを表示するデバイスによって、ユーザーが受ける印象が異なる可能性が示唆された。つまりバーチャルエージェント設計においては、表示デバイスの大きさや使用状況も考慮に入れることが重要である。

謝辞

本研究は、孫正義育英財団の研究助成を受けて実施させていただきました。深くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 堀内 大祥, 佐伯 幸郎, 裕本 真佑, 中村 匡秀, "ホームネットワークシステムにおけるエージェントを用いた対話型インタフェースフレームワークの開発", 信学技報 113(431), pp.61-66, 2014.
- [2] 小松 孝徳, 九鬼 望, "ユーザは「ロボットエージェント」に振る舞うのと同様に「バーチャルエージェント」に振る舞えるのか?", 人工知能学会全国大会論文集 23 回, pp.1-4, 2009.
- [3] 大曾根 圭輔, 鬼沢 武久, "ユーザに親近感を持たせるポーカーパートナーエージェント", 知能と情報, 21 巻 6 号, pp.1127-1142, 2009.
- [4] 佐藤 鑑永, 木藤 恒夫, "対象物の実体性がアニメシー知覚に与える影響", 久留米大学心理学研究, 第 10 号, pp.45-51, 2011.
- [5] 塚本 浩祐, 石川 将輝, 西脇 裕作, 都丸 武宜, 岡田 美智男, "トウフのようなクリーチャ〈トウフ〉とその原初的なインタラクションについて", HAI シンポジウム, 2017.
- [6] F. Heider, M. Simmel, "An experimental study of apparent behavior", American Journal of Psychology, vol.57 no.2, pp.243-249, 1944.
- [7] 寺田 和憲, 社本 高史, 伊藤 昭, "人工物に対する意図性の付加が機能発現に及ぼす影響", HAI シンポジウム, 2017.
- [8] 大塚 瑞月, 飯野 直樹, 石川 幸太郎, 磯部 光裕, 岩坂 元暉, 及川 颯斗, 川島 遼介, 神取 諒介, 蓬萊 虎太郎, 大森 隆司, 大澤 正彦, "身近に癒しを感じさせる仮想的パーソナルエージェント「たましい」の提案", HAI シンポジウム, 2021.
- [9] 小塩 真司, 阿部 晋吾, カトローニピノ, "日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み", 日本パーソナリティ心理学会, 2012.
- [10] 畑田 豊彦, 坂田 晴夫, 日下 秀, "画面サイズによる方向感覚誘導効果 一大画面による臨場感の基礎実験", テレビジョン学会誌, 第 33 巻 第 5 号, pp.407-413, 1979.
- [11] 窪田 悟, 竹本 雅憲, 久武 雄三, "大学生のスマートフォン利用実態調査-使用時間、場所、姿勢、画面の明るさ感-", 人間工学, 第 50 巻 特別号, pp.192-193, 2014.