

推薦論文

# 実空間物に対する仮想エージェントの 所有表現における表情の有効性

吉田 直人<sup>1,a)</sup> 古山 卓弥<sup>2</sup> 米澤 朋子<sup>2,b)</sup>

受付日 2014年5月28日, 採録日 2014年10月8日

**概要:** 「物の所有」は老若何女問わず我々が持つ基本的な概念である。所有とは、ある物体を自分のものとして持つと同時に、その物体を自らの占有状態に保つために、自分以外の人物に対して排他性を持たせるものである。この排他性を他者に意識させ、自らの所有を主張する行動が所有表現である。所有や使用の権利の調整には利害がともない、所有表現はそれらの感情表出をともなって所有意思の伝達が行われる。擬人化エージェントに所有の概念を与えたり、擬人化エージェントが物を所有していることを人間に伝えたりする適切な表現についての試みはこれまで行われていない。我々は、表現モダリティのうち表情に着目し、所有の段階を、未所有状態、所有維持状態、所有放棄状態、未所有の状態において自らの所有欲求「欲しい」を示す所有欲求状態の4つに分け、表情変化の違いによって、エージェントの異なる所有状態を表現することが可能であるかを検証した。その結果、人間がエージェントの前に置かれた物を取ろうとしたときのエージェントの怒りの表情はエージェントの所有状態「私の物」を、未インタラクション状態における表情は所有放棄状態「いらぬ」をそれぞれ表現していると解釈された。

**キーワード:** 所有表現, 仮想エージェント, 表情, 実空間物

## Effectiveness of Ownership Expression for Real-world Objects by Facial Expression of Virtual Agent

NAOTO YOSHIDA<sup>1,a)</sup> TAKUYA FURUYAMA<sup>2</sup> TOMOKO YONEZAWA<sup>2,b)</sup>

Received: May 28, 2014, Accepted: October 8, 2014

**Abstract:** This paper proposes a design of facial expression for a virtual agent in order to express the agent's ownership of real-world object. Ownership of things is common concept for all people; the ownership means possession of a certain object and exclusive rights to keep and use the object. Expressions for ownership are shown when people insist the exclusive rights on the object by their interest feelings with an interest in the negotiations of ownership or the right of use. The process of possession is composed of following four parts: unpossession, possession, abandonment, and desire. We verify the effectiveness of the facial expressions to show the agent's ownership expression.

**Keywords:** ownership expression, real-space object, virtual agent, facial expression

### 1. はじめに

我々は社会において、他人と様々なモノのやりとりをし

ながら生きている。その中には、物や情報の交換が含まれる。所有とは、ある物体を自分のものとして持つことを指す。同時に、その物体を自らの占有状態に保つために、自分以外の人物に対して排他性を持つものである。また、所有は自己意識をもとに他と区別する心理的機能であるともいえる [1], [2]。所有の概念は古くは農耕社会の時代から自

<sup>1</sup> 関西大学大学院総合情報学研究所  
Kansai University Graduate School of Informatics, Takatsuki, Osaka 569-1095, Japan

<sup>2</sup> 関西大学総合情報学部  
Kansai University Faculty of Informatics, Takatsuki, Osaka 569-1095, Japan

a) naoto.yoshida.7010@gmail.com

b) yone@kansai-u.ac.jp

本論文の内容は2013年9月の支部大会にて報告され、支部長により情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である。

然発生的に存在した [3] ことから、人間にとって物を所有するという事は人間社会の属性についての最も基本的な概念であるといえる。また、所有権の競合は本能的で強い利害感情を引き起こすこともある。

物の所有とみられる行動は乳幼児のかなり早い段階から見られる [4], [5]。幼児の所有の主張には言語情報のほか、非言語的な行動主張が多く見られる [6], [7], [8]。はじめ玩具で遊んでいた幼児（幼児 A とする）が玩具を奪おうとする幼児（幼児 B とする）に泣きながら抵抗するといったケースにおいては、幼児 A の抵抗（泣く、叩く、とられた玩具をじっと見る、奪い返そうとする）から、玩具に対する幼児 A の「所有」が見て取れる。玩具を奪われそうになる幼児の行動には、大きな声を出したり、険しい顔をする、相手を叩く、引っ張る、などがある。このような交換の交渉は特定の個や集団によって「所有」されるという前提のもとに成り立っている。また、とられそうになる瞬間の行動は排他性を持ち、幼児の所有の表現であると考えられる。このような、ある物体に対しての自らの所有を主張する行動を所有表現と定義する。幼児は別の幼児に玩具を奪われた後、とられた玩具をじっと見たり、相手に「これ、（遊んでいた幼児の名前）くんの（もの）」といったりするなどの、玩具が自分のものであると主張する行動も見取れる。このような、相手に奪われたあとの行動に関しても所有表現ととらえることができる。

物の所有は社会との関わりや集団化を通して変化する [6], [9]。幼児期以降の所有概念は、社会との関わりや集団化を通じて変化し、物の貸し借りや、「自分の物」から「自分たちの物」、公共物の使用など所有に対する意味合いも変わる。社会の変化によって直接的な使用でなく権利的に所有が認められた状態や、完全な個人の占有のではない集団や組織の所有などにも対応していく。そのため、所有概念の構築は社会関係の構築に重要な役割を持つといえる [10]。また、所有の適切な表現は集団における社会関係の調整に必要不可欠である。

しかし、近年急速に活躍の場を広げ様々な物を取り扱うロボットや仮想エージェントの所有に関する議論はこれまでに行われていない。教育現場においては、高齢化社会や核家族化の傾向により、保育士不足が深刻な問題となっている。子供と接するだけでなく、保護者や保育所の保育士、幼稚園・小学校の先生などの支援が可能な見守り/知育/教育ロボットへの期待は大きい [11]。幼児教育は、物の貸し借りや共有という新たな所有の概念を身につける重要な時期である。知育教育においては、ブロックやパズルなどの知育玩具が多く用いられ、複数人の児童でそれらの玩具を共有するケースも多い。そのため、保育士や先生同様に児童とコミュニケーションをとるロボットにおいても、適切に所有に対する表現を行い、物の貸し借りや共有といった新たな所有の意味合いを学ばせなければならない。

物の所有の調整は対個人や集団内における社会関係の調整であり、物の所有や使用の権利のやりとりは個人の利害に直接関係する [12], [13]。そのため、所有表現は本能的利害感情に基づきながらも、状況や相手に配慮しつつ非常に繊細に行われることが求められる。たとえば、同じテーブルでの共同作業や食事などにおいて、断りなくエージェントの物をとろうとしたり、片付ける際にエージェントの所有する物に触れたりしたとき、エージェントの不愉快そうな素振りによって、エージェントの所有を表現できるかもしれない。一方で、ユーザがロボットに預けていた物を返してほしいと伝えたにもかかわらず、ロボットが手に持った物を離さなければ、「ロボットがその物を返したくないのだろうか」それとも「故障だろうか」とユーザを混乱させる可能性がある。よって、エージェントが物を所有している状態にあることを人間に認識させるためには、発話などの言語的な表現だけではなく、声の抑揚、身振りといった非言語モダリティを活用した所有表現が必要であると考えられる。特に、感情や注意などの内部状態を表す表情や視線など顔や目による表現は必要不可欠と考えた。

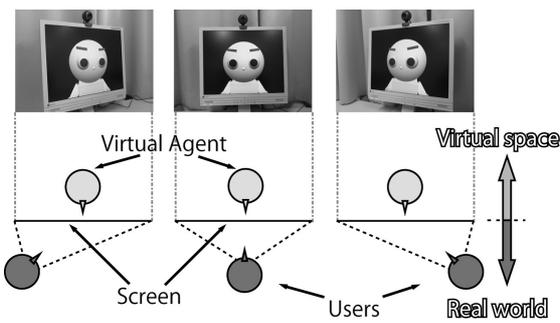
コミュニケーションを目的としたロボットの研究は多く存在する [11], [14]。コミュニケーションロボットの多くは頭部や自由に稼働する腕を持ち、物体を操作することが可能である。一方で、その物理的構造から表情や細かな仕草の表現には複雑な機構が必要なうえ、状況に応じた外見の物理的な変更が困難である。対して、仮想エージェントは、CG 描画によるアニメーションを液晶ディスプレイに提示するなど、その特性により表情などの表現自由度が高い [15], [16]。そのうえ、あるときには同年代の児童、あるときには先生のような外見や振舞いに変化するなど、様々な社会関係を再現することができる。そこで、本研究においては外見に関する研究において有利である [17] 仮想エージェントを用いる。それにより擬人化エージェントが人間の本能的利害感情を模倣することで、擬人化エージェントと人との所有の調整を通じた社会関係の形成を実現できると考えた。

本論文では、表情を変化させることのできる仮想エージェントシステムを用いて、所有の段階に応じた表情の違いによる所有表現を検証するほか、その際に感じるエージェントの情動について分析する。

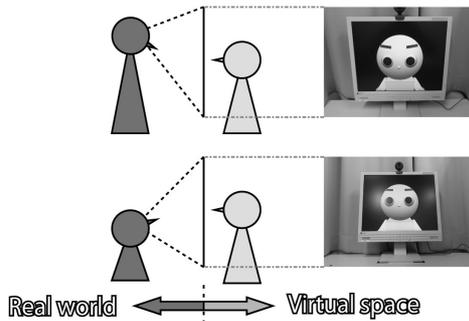
次章では、所有表現を検証する仮想エージェントシステムについて説明し、3章では、所有の過程と表情の感情モデルに基づくマッピングについて説明したうえで、所有表現手法の仮説を述べ、4章で実験結果を示し5章では考察について述べ、6章で本論文をまとめる。

## 2. 所有表現に用いる擬人化エージェント

エージェントは、ロボットと仮想エージェントに大きく分けられる。仮想エージェントは、複雑な機構が必要な口



A. Drawing by the viewpoint from right and left



B. Drawing by the viewpoint from upper and lower

図 1 システムにおける現実空間に同期したエージェントの見え方  
Fig. 1 Synchronized viewpoint in the virtual space.

ボットと比べ、アピランスの変更や繊細な表情変化などの自由度が高い。一方で、液晶ディスプレイなどの平面上に映し出される仮想エージェントは、モノリザ効果によって、ロボットと異なりユーザの位置に関係なく視線が合うという問題がある。そこで本研究では、ユーザの視点に合わせてバーチャル空間における視点を移動させ、実世界空間と視点を同期させることにより、ロボット同様の見え方を実現する SCoViA (Spatial Communicative Virtual Agent system) [18] を用いた (図 1)。これにより、エージェントの視線がユーザ以外の任意の方向に向いているような表現も可能となる。

本システムはデスクトップ PC (Windows7)、液晶モニター (画面サイズ: 17 インチ, 解像度 1280 × 1024)、ウェブカメラ (有効画素数: 300 万画素) で構成される。ウェブカメラは、液晶モニタの上部に取り付けた。本システムは、画像解析部と描画処理部に分けられる。処理の流れを図 2 に示す。画像解析部では、ウェブカメラから取得した画像から Seeing Machines 社の 3 次元フェイストラッキングシステム\*1を用いて顔位置データを抽出する。これらのデータを UDP プロトコルを用いて、描画処理部に送る。描画処理部では画像処理部から送られてきたデータをもとに、エージェントの立体描画処理を行う。加えて、エージェントの表情の描画を行う。

エージェントの顔部は眉、目、口のパーツで構成されており、パーツごとに設定された位置情報を変化させること

\*1 faceAPI <http://www.seeingmachines.com/product/faceapi/>

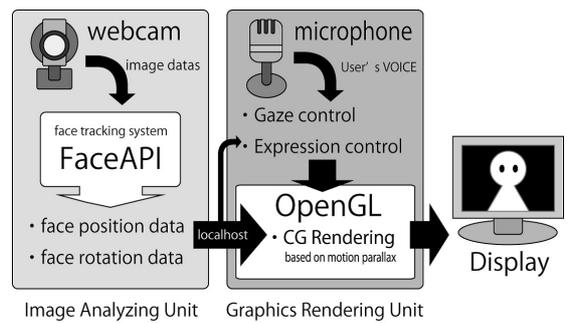


図 2 所有表現システムにおける描画処理の流れ

Fig. 2 System flow of ownership expression.

により、変形や角度の変更が可能である。検証は、表情が適切な所有表現であるかに焦点を当てるため、基本的な顔のパーツのみを配し年齢や性格の影響を与えないようにした。

### 3. 所有プロセスと利害感情に基づいた所有表現仮説

#### 3.1 所有のプロセス

「物を所有している状態」に至る前段階として、「物を所有していない状態」および「物の所有を放棄した後の状態」も存在すると考えられる。このような、現在物を所有しているかしていないかを表す所有状態を所有、非所有の 2 つに分類した。また、それらの状態において、物体が必要かそうでないかによって、表出される所有欲求を、所有における必要/不要、非所有における必要/不要の 4 つの状態に分類した (表 1)。これらの状態の遷移として、① 非所有時に不要 (未所有状態「いらぬ」)、② 非所有時に必要 (所有欲求状態「欲しい」)、③ 所有時に必要 (所有維持状態「とられたくない」)、④ 所有時に不要 (所有放棄状態「とられてもよい」) の 4 つの状態からなる所有状態のプロセスが考えられる (図 3)。このような、現在物を所有しているかしていないかを表す所有状態を所有、非所有の 2 つに分類した。また、それらの状態において、物体が必要かそうでないかによって、表出される所有欲求を、所有における必要「とられたくない」、不要「とられてもよい」、非所有における必要「欲しい」、不要「いらぬ」の 4 つの状態に分類した (図 3)。

これら一連のプロセスにおける所有者が自らの所有状態を表現する行動を所有表現と呼ぶ。未所有状態は物を認識していない、あるいは物に対する興味を持たない状況であり、「自分の物ではない」という心理状態を指す。物を所有する以前の状態である所有欲求は特定の物に興味を示し、その物が「欲しい」と思う心理状態を、所有維持状態は、その物を「自分の物」として所有している状態を指す。そして、その物を廃棄あるいは譲渡などを行うことによって、「いらぬ・あげる」という所有放棄状態となる。このように未所有、所有欲求、所有維持、所有放棄という 4 つの状

表 1 エージェントの所有状態と所有欲求

Table 1 The possession process based on ownership state and desire.

	不要	必要
非所有	① 未所有状態 「いない」	② 所有欲求状態 「欲しい」
所有	④ 所有放棄状態 「とられてもよい」	③ 所有維持状態 「とられたくない」

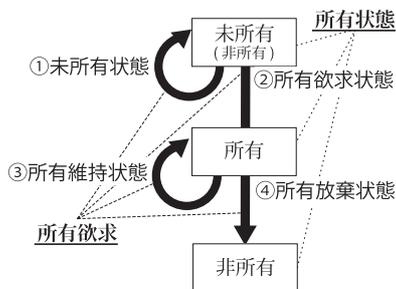


図 3 所有プロセスにおける所有状態と所有表現

Fig. 3 Ownership expression model based on the possession process.

態を定義し、各状態における所有表現について検討する。

### 3.2 所有表現におけるモダリティ

エージェントのノンバーバルな表現を用いたコミュニケーションについては非常に多くの研究が行われている。人間同士のコミュニケーションにおいては音声情報に加え、視線や表情などによって相手の状態を推測する [19], [20]. 特に3歳児から5歳児を対象に行った調査においては、年少の幼児において非言語的な行動主張が多く見られることが示されている [6], [7], [8]. このことから、非言語情報のみでも適切に所有を主張する必要がある。

ロボットを用いた実験で、自身が所有する以前の未所有状態において、その物が「欲しい」か「いない」かが伝達可能であることが示されている [21]. この実験では、ロボットの視線動作と注視時間によってロボットの欲求を表現した。このことから、所有欲求状態における所有表現に関しては、視線行動が有効であるといえる。

一方、その他の要素が所有表現にどのような影響を与えるかについては明らかでない。なかでも表情はノンバーバル情報を効率的に伝達することのできるメディアとして重要な役割を果たしている。このことから、表情が所有表現の要素である可能性が高い。また、人間特有である表情によってロボットやエージェントが感情を表出することで、ロボットやエージェントに対する人間らしさを向上させることができると考えられる [22].

### 3.3 円環モデルに基づく表情の選択

Russell [27] は覚醒度と快-不快の2軸によって基本的な感情を分類する感情円環モデルを示した。時系列的に変化

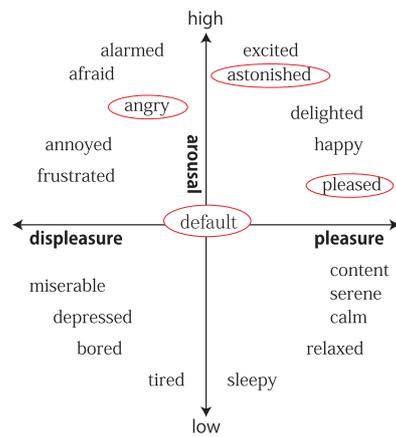


図 4 感情円環モデルにおける表情の選択  
Fig. 4 Face expression in the circumplex model.

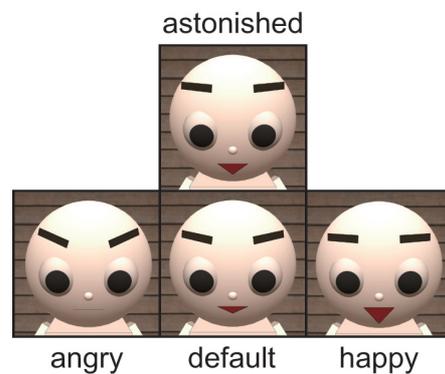


図 5 表情表出の例

Fig. 5 Example of face expression.

する所有の各過程における感情を分析するため、このモデルを用いて感情に一致する表情を調査し分析を行った。所有表現が行われる状況として、自らが所有する物を他者に奪われる状況を仮定した場合、感情円環モデルの2軸のうち「嫌悪や恐怖」などの負の感情を図ることのできる快-不快の軸を用いて表情選択を行うこととした。

代表的な感情として、3つの感情(怒り、驚き、喜び)を選択した。よってこれらの感情に対応する表情(怒る、驚く、喜ぶ)に加え、「怒り」と「喜び」の中間にあたり、エージェントの default 状態である通常表情 [23] の合計4表情を用いて所有表現を試みた (図 4)。怒りの表情は、通常状態より眉の傾きを大きくし口を閉じた状態 [24], [26] とし、驚きの表情は、通常状態より眉を少し上げて口を半開きの状態 [25] とした。喜びの表情は通常状態より眉の傾きを減らしたうえで、口を大きく開いた状態 [24], [26] とした (図 5)。また、通常状態における眉の角度と口の大きさは「喜び」と「怒り」の間の値とした。視線の変更が実験参加者の意図解釈に影響するのを避けるため、眼球の運動は固定した。

作成した仮想エージェントの驚き、怒り、喜びの表情の妥当性についての事前検討を行った。事前検討の参加者は

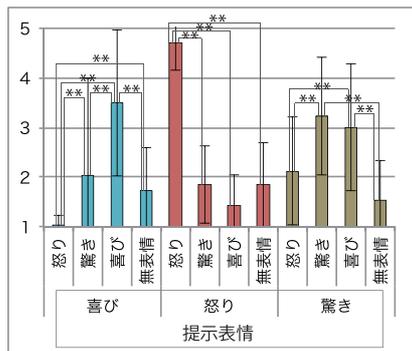


図 6 表情に関する事前検討の結果

Fig. 6 Result of preliminary experiment.

19歳から23歳の男性20名、女性6名の計26名で行った。参加者に「怒り」、「驚き」、「喜び」の3種類の中から、1つの表情を提示し、各表情にあてはまる度合いを5段階で回答させた。1被験者あたり、反復測定により3度の試行を行い各条件の提示は順序交差で行った。結果を図6に示す。エージェントの喜びと怒りの表情は正しく認識された。一方、驚きの表情と喜びの表情の混同が見られた。

### 3.4 被奪取時の利害にともなう快-不快表情による所有表現

所有表現は他者によって所有者の所有が脅かされた際に表現される所有意識を指し、その表現には表情が含まれる可能性がある。本研究においては、他者によって所有が脅かされる状態を「自らが所有する（あるいは所有しようとしている）物をとられる（奪取される）状況」として設定した。物の所有は自己の利害と密接に関わっている。たとえば、欲する物を所有できれば自分にとって利益であるし、逆に自らの必要な所有物が他者によって奪われれば、不利益である。自らが必要としない物体が他者によって奪われたとしても、大きな不利益は生じない。よって、物の所有とその放棄にともなう感情についても快-不快の軸にあてはめて表出することが適当であると考えられる。

以下に所有状態ごとに、被奪取時の利害と表出される感情の関係についての仮説を述べる。

**未所有「自分の物ではない」の所有表現：**未所有状態において、エージェントがその物体に対し「欲しい」と思わなければ、その物を他者に奪われたとしても、エージェント自らに不利益は生じない。そのため、所有表現における表情は不快の方向には誘導されないと考えられる。

**所有欲求「欲しい」の所有表現：**所有欲求状態においては、エージェントが「欲しい」と思う物を他者に奪われることは、自らの「将来の」所有が脅かされることである。そのため、エージェント自らに不利益であると考えられることから、所有表現における表情は不快の方向に誘導されると考えられる。

**所有維持「自分の物」の所有表現：**所有維持において、他

者にその物をとられることは、直接的に自らの所有が脅かされることである。このことから、所有表現における表情は明らかに不快の方向に誘導されるものと考えられる。

**所有放棄「いらぬ・あげる」の所有表現：**所有放棄状態においては、物に対する興味や所有意識が低下していることが予想される。また、現在の所有維持状態に対する不満がある可能性もある。このことから、現在の所有が脅かされたとしても、大きな不利益を被るとは考えにくい。そのため、所有表現における表情は不快の方向には誘導されないと考えられる。

## 4. 実験

**目的：**仮想エージェントが異なる所有状態を示すために、所有状態ごとの最適な表情を検証する。また、所有が脅かされることによる利害と快-不快感情によって、所有の主張が可能であるという仮説を検証する。

**被験者：**実験参加者は19歳から23歳の男性20名、女性6名の計26名で行った。

**実験手法：**図7に実験環境と実験装置の配置を示す。テーブルを挟んだ対話状況において机上に置いた物体に対する所有を表すため、物体を挟んで実験参加者とエージェントの距離は約100cmとしてモニタ位置と実験参加者の位置を固定した。また物体を置く場所は、人間が手を伸ばす状態の想定に加え、エージェントと人間の大きさのおおよその比率を考慮しモニタ画面から15cm手前とした。所有を表現する物体には、同じサイズの模様の異なる直径15cmのおもちゃの柔らかいボール（5種類バスケットボール、テニスボール、野球ボール、サッカーボール、バレーボール）を用いた。

実験参加者には、エージェントの様子をうかがいながらエージェントが前に置いたボールを取ってくださいとあらかじめ教示される。ロボットの視線コントロールにはWOZ法を用いた。実験参加者がエージェントの前に置かれたボールに触れたとき、エージェントが反応する。

**実験条件：**エージェントの反応は以下の4条件である。

- (A) エージェントが怒った表情をする、
  - (B) エージェントが驚いた表情をする、
  - (C) エージェントが喜びの表情をする、
  - (D) エージェントの表情は変わらない（反応しない）、
- の4条件である。1被験者あたり、4条件各1回の計4回の試行を、反復測定により順序交差を考慮し行った。

**評価項目：**実験参加者はエージェントの様子を確認した後、次の各評価項目にそれぞれ、5. 非常にそう思う、4. そう思う、3. どちらでもない、2. そう思わない、1. まったくそう思わないの5段階で回答する。また、エージェントの感情を推測して自由に記述させた。

- Q1 エージェントが「このボールは私の物だ」と思った。
- Q2 エージェントが「このボールは私の物ではない」と

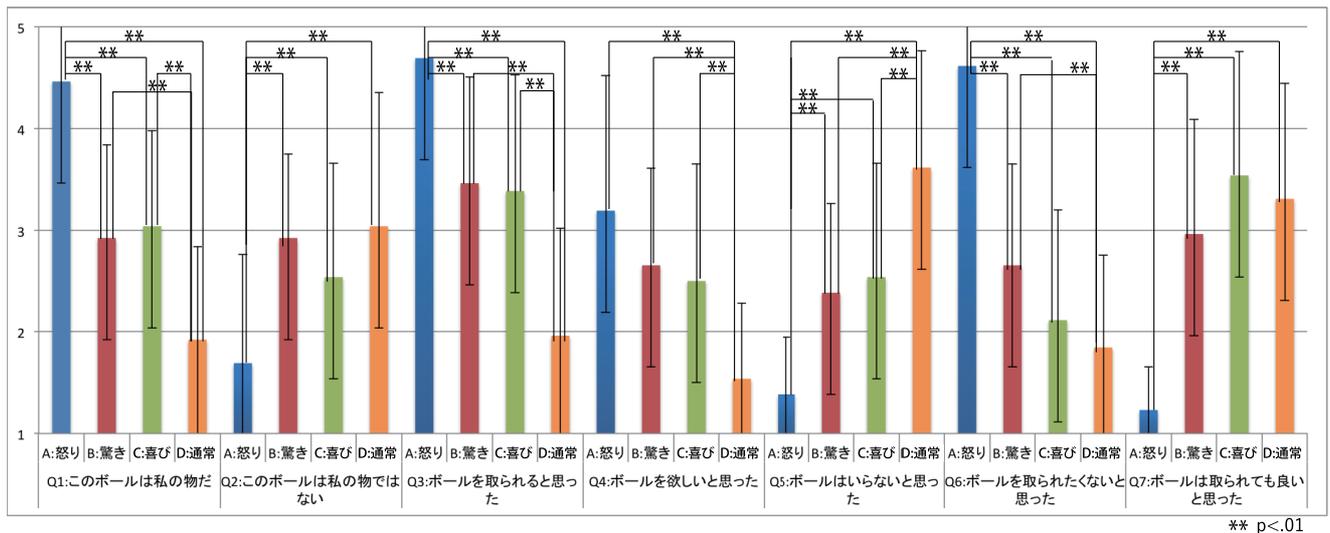


図 8 実験結果

Fig. 8 Experiment result.

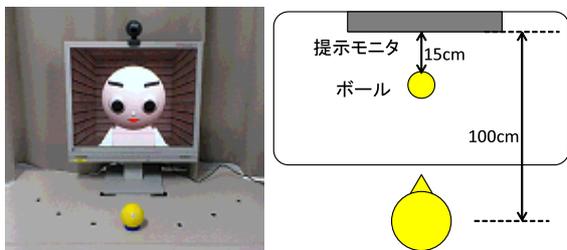


図 7 実験環境

Fig. 7 Experiment conditions.

思った。

- Q3 エージェントは「ボールをとられる」と思った。
  - Q4 エージェントが「ボールを欲しい」と思った。
  - Q5 エージェントが「ボールはいらない」と思った。
  - Q6 エージェントが「ボールをとられたくない」と思った。
  - Q7 エージェントは「ボールをとられてもよい」と思った。
- また、回答する質問項目は、それぞれが独立であり、先の質問との間に矛盾を感じた場合でもそのつどその質問にあてはまる度合いを直感的に回答してください、とあらかじめ教示される。
- 実験仮説：**以下の仮説を設定した。
- H1 実験参加者がエージェントの前に置かれたボールをとるときに、エージェントが怒りの表情を表出することで、ユーザはエージェントが「欲しい」という欲求の状態であると感じる。
  - H2 実験参加者がエージェントの前に置かれたボールをとるときに、エージェントが怒りの表情を表出することで、ユーザはエージェントが「自分の物」として物を所有している状態であると感じる。
  - H3 実験参加者がエージェントの前に置かれたボールをとるときに、エージェントが通常表情または驚きの表情、喜

びの表情を表出することで、ユーザはエージェントが「いない」という所有を放棄した状態であると感じる。

**H4** 実験参加者がエージェントの前に置かれたボールをとるときに、エージェントが通常表情または驚きの表情、喜びの表情を表出することで、ユーザはエージェントが「自分の物ではない」という未所有の状態であることを感じる。

**実験結果：**実験結果を図 8 に示す。

まず、所有状態に対する評定結果 Q1-Q2 について述べる (\*\*  $p < .01$ )。

- Q1 エージェントが「このボールは私の物だ」と思ったかについての評価項目において、怒りと驚き、怒りと喜び、怒りと反応なし、驚きと反応なし、喜びと反応なしの 5 パターンで有意に差が得られ、怒りの感情が強く示された。一方で、驚きと喜びには差が得られなかった。
- Q2 エージェントが「このボールは私の物ではない」と思ったかについての評価項目においては、怒りと驚き、怒りと喜び、怒りと反応なしの間で有意に差が得られ、怒りの感情が強く示された。怒りを除いた項目の間では差は得られなかった。

次に、仮想エージェントの所有を前提とする所有の移動に関する評定結果 Q3 について述べる。

- Q3 エージェントは「ボールをとられる」と思ったかについての評価項目において、怒りと驚き、怒りと喜び、怒りと反応なし、驚きと反応なし、喜びと反応なしの間に有意に差が見られ、怒りの感情が強く示された。驚きと喜びでは差は見られなかった。

次に、仮想エージェントの所有欲求に関する評価項目 Q4-Q5 の評定結果について述べる。

- Q4 エージェントが「ボールを欲しい」と思ったかについての評価項目においては、怒り、驚き、喜びと反応

なしの間に有意に差が見られ、反応なしが低く示されたが、表情の表現条件間で差は見られなかった。

**Q5** エージェントが「ボールはいらない」と思ったかについての評価項目においては、怒りと驚き、怒りと喜び、怒りと反応なし、驚きと反応なし、喜びと反応なしの間に有意に差が見られ、怒りの感情が低く示された。驚きと喜びの間では差は見られなかった。

次に、仮想エージェントの被奪取時の感覚として Q6-Q7 の評価結果について述べる。

**Q6** エージェントが「ボールをとられたくない」と思ったかについての評価項目においては、驚きと喜び、喜びと反応なしを除いて有意に差が見られ、怒りの感情が高く示された。

**Q7** エージェントは「ボールをとられてもよい」と思ったかについての評価項目においては、怒りと驚き、怒りと喜び、怒りと反応なしの間に有意に差が見られ、怒りの感情が低く示された。

## 5. 考察

評価項目を所有のプロセスに応じて分類すると、以下のように分けられる。

未所有状態	・・・	Q2
所有欲求状態	・・・	Q4
所有維持状態	・・・	Q1
所有放棄状態	・・・	Q5

Q1 と Q2 の評価は、独立の評価項目として回答されているため、所有状態に対する評価と照合した他項目の比較検討は行わない。次に所有のプロセスにおける所有状態ごとの所有表現について考察する。

ユーザの行為がエージェントにとって「ボールをとられる」行為に感じられたかを Q3, エージェントにとって相手がボールをとることの快-不快の度合いを Q6, Q7 が示す。Q6 から「ボールをとられたくない」という感情は怒りの表情によって強く示されており、自らが不利益な状況になる際には不快方向の感情が有効であるといえる。一方で、Q7 の「とられてもよい」という場合には怒り以外の感情が強く示され、自らの不利益があまり大きくない場合には快方向の感情が有効であるといえる。

以下に、検証においてエージェントの所有が示された表情から、未所有、所有欲求、所有維持、所有放棄の4つの状態での快-不快軸における感情の変化を考察する。

まず、未所有状態における表情の考察を述べる。未所有かつ所有欲求を持たない状態は、怒り以外の項目において強く示された。また、驚き、喜び、通常表情の間に有意な差が見られなかったことから、これを快-不快軸にあてはめると、通常表情より快方向の表情が未所有状態を表出すると考えられる。しかし「いらない」という表現は、所有状態における不要との混同など、解釈が異なる可能性もあるため、今後詳細な分類に基づく検証が必要である。

るため、今後詳細な分類に基づく検証が必要である。

次に、所有欲求状態における表情の考察を述べる。所有欲求状態における「欲しい」の所有表現については、通常表情とその他の表情の間に差が見られた。また、通常表情以外の表情間での有意な差は見られなかった。この結果から、所有欲求状態「欲しい」の所有表現においては表情の影響は低く、表情以外の要素が大きく影響する可能性が考えられる。ただし、通常表情にあたる感情とその周囲の感情の間に有意な差が見られたことから、表情が所有表現に影響する可能性は排除できず、他の要素との相互作用による効果も期待できる。ロボットの視線を用いた先行研究にて、注視対象と注視時間を操作することによって、ユーザが感じる所有欲求の度合いに変化が生じたことが示されている [21]。このことから他の要素として、欲しい対象をどのように見るかなどといった視線要素がエージェントの所有欲求に関しても大きな影響を与える可能性が考えられる。

次に所有維持状態における表情の考察を述べる。所有維持状態である「自分の物である」という所有表現は怒りの表情によって表現されることが示された。自らの所有物が奪われるという不利益な状況の発生にともなって、感情が不快の方向に誘導されるというモデルを支持している。

次に所有放棄状態における表情の考察を述べる。所有放棄状態における「いらない・あげる」という所有表出は、怒り以外の表情で強く示された。所有放棄状態は、エージェントの物に対する所有意識や興味が低下した状態であり、物が他者に奪われても不利益な状況にはなりにくい。そのため、所有放棄状態における所有表出は快方向の表情によって示されるというモデルを支持している。

今回の実験では、質問項目間に矛盾を感じてもリテラルに回答するよう教示したため、限定的な所有状態遷移に関する検証に限られた。そのため、エージェントの所有欲求と所有状態の各要素を分離した検証が今後必要である。

未所有状態、所有維持状態および所有放棄状態の考察から、所有にともなう利害感情の快-不快に合わせたエージェントの所有表現によって、人間がエージェントの所有感情を感じ、そこから所有状態を推測することが示唆された。所有段階において物をとられることによる不利益は大きく、怒りという不快方向の表情による所有表出が有効であると考えられる。反対に「いらない・あげる」という所有放棄の状態では、物をとられることによる不利益は小さく通常表情やより快方向の表情が有効であると考えられる。

実験の結果より、通常表情と驚きの間に有意な差が多く見られた。通常表情と驚きの表情はどちらも快-不快の中間を指すが、これらの表情の間で所有表現の違いが見られた。このことから、感情円環モデルにおける快-不快の表現の重要性が示されたとともに、覚醒度の高-低が所有表現に影響する可能性がある。また、所有の競合や意図との合致など様々な要素も影響することを予想したうえでの、

より複雑なモデルの構築が望まれる。

## 6. おわりに

本論文では、社会的関係性の中での物の所有と、利害感情に基づいた所有表現について議論し、仮想エージェントを用いて所有表現を行う必要性について説明した。また、仮想エージェントを用いることによって可能になると考えられる所有表現とその手法について議論し、表情の変化の違いによって、異なる所有状態を表現することが可能であるかを検証した。その結果、エージェントの怒りの表情はエージェントの所有維持状態を、通常表情は所有放棄状態をそれぞれ表現していると解釈された。このことから、所有にともなう利害感情の快-不快に基づく表情を用いたエージェントの所有表現によって、エージェントの所有状態に応じた所有欲求に対する人間の理解や所有状態の推測に影響を与えることが示された。

今後、視線や音声、外見などの他の表現モダリティの組合せにより快-不快をより明確に表現することで、所有状態の細分化が可能であるか検証すると同時に、エージェントの性格や社会的地位による所有への影響についても議論する。将来的に、保育園や幼稚園などの教育現場で倫理や物の帰属の理解と社会理解を自然に高めるための擬人化エージェントシステムや案内エージェントへの応用を目指す。

謝辞 本研究は、科研費 24300047, 科研費 25700021, および、関西大学若手研究育成経費 (H24-25) の助成の一部を受け実施したものである。研究にあたり議論いただいた、関西大学荻野正樹先生に深く感謝する。

## 参考文献

- [1] Cunningham, S.J. and Turk, D.J.: Yours or mine? Ownership and memory, *Consciousness and Cognition*, Vol.17, No.1, pp.312-318 (2008).
- [2] Coventry, K.R. and Griffiths, D.: Spatial Demonstratives and Perceptual Space: Describing and remembering object location, *Cognitive Psychology*, Vol.69, pp.46-70 (2014).
- [3] 加藤雅信:「所有権」の誕生, 三省堂 (2001).
- [4] 板倉昭二:「私」はいつ生まれるか, 筑摩書房 (2006).
- [5] 山本登志哉:乳幼児の所有形態とその変化:観察結果の分類・記述の試み, 日本教育心理学会総会発表論文集 (28), 発達 234, pp.86-87 (1986).
- [6] 長濱成未, 高井直美:物の取り合い場面における幼児の自己調整機能の発達, 発達心理学研究, Vol.22, No.3, pp.251-260 (2011).
- [7] 山本愛子:幼児の自己調整機能に関する発達の研究—幼児の対人葛藤場面における自己主張解決方略について, 発達心理学研究, Vol.43, pp.42-51 (1995).
- [8] 鈴木亜由美:幼児の対人場面における自己制御の発達:実験課題と仮想課題を用いた自己制御行動と自己主張行動の検討, 発達心理学研究, Vol.16, pp.193-202 (2005).
- [9] 高田利武:日本人幼児の社会的比較:行動観察による検討, 発達心理学研究, Vol.21, No.1, pp.36-45 (2010).
- [10] Beggan, J.K.: On the social nature of nonsocial perception: The mere ownership effect, *Journal of Personality*

and *Social Psychology*, Vol.62, No.2, p.229 (1992).

- [11] Fujita, Y.: Personal robot PaPeRo, *J. Robot. Mechatron*, Vol.14, No.1, pp.60-63 (2002).
- [12] Rochat, P.: Possession and morality in early development, *New Directions for Child and Adolescent Development 2011*, Vol.132, pp.23-38 (2011).
- [13] Hay, D.F. and Hildy, S.R.: The social nature of early conflict, *Child development*, pp.105-113 (1982).
- [14] Mitsunaga, N. and Miyashita, T.: Robovie-IV: A communication robot interacting with people daily in an office, *2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, IEEE (2006).
- [15] Caridakis, G.: Virtual agent multimodal mimicry of humans, *Language Resources and Evaluation*, Vol.41, No.3-4, pp.367-388 (2007).
- [16] van Tol, W.: Real-time crying simulation, *Intelligent Virtual Agents*, Springer Berlin Heidelberg (2009).
- [17] 山田誠二: HAI 研究のオリジナリティ, 人工知能学会誌, Vol.24, No.6, pp.810-817 (2009).
- [18] Yoshida, N. and Yonezawa, T.: SCoViA: Effectiveness of spatial communicative virtual agent based on motion parallax, *iHAI2013*, II-2-p.7 (2013).
- [19] 深山 篤, 大野健彦, 武川直樹: 擬人化エージェントの印象操作のための視線制御方法, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.12, pp.3596-3606 (2002).
- [20] 角 薫, 長田瑞恵: エージェントの表情と言葉が応諾行動に与える影響, 電子情報通信学会技術研究報告, HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol.108, No.238, pp.7-13 (2008).
- [21] 北村裕貴, 湯浅将英, 武川直樹: 「人の視線」と「ロボットの視線」が伝える意図の比較分析: ロボットの「コチラガホシイ」の視線動作デザイン, 電子情報通信学会技術研究報告, HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol.109, No.457, pp.55-60 (2010).
- [22] Sumedha, K. and Nadia M.-T.: A Multilay Personality Model, *SMARTGRAPH '02, Proc. 2nd international symposium on Smart graphics*, pp.107-115 (2002).
- [23] 柴田利男: 無表情の感情価: 既知の人物に対する表情認知, 北星学園大学社会福祉学部北星論集 50, pp.75-82 (2013).
- [24] Ekman, P. and Wallace V.F.: *Facial action coding system* (1977).
- [25] 飛谷謙介, 山本和彦, 加藤邦人: 適正な情報提示のための驚き表情における時空間解析, 精密工学会誌, Vol.75, No.2, pp.295-299 (2009).
- [26] 鷹野拓也, 羽倉 淳, 樽松理樹: 擬人化システムの表情合成に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol.109, No.249, pp.91-96 (2009).
- [27] Russell, J.A.: A circumplex model of affect, *Journal of Personality and Society Psychology*, Vol.39, pp.1161-1178 (1980).

## 推薦文

関西支部では、推薦論文の検討対象として支部大会を利用することとした。そこで支部大会で発表された論文 (83 件) を対象とし、各セッションの座長、実行委員から広く推薦を集めて候補を 4 件に絞り、各論文に対し事後評価者 2 名の評価を加え、実行委員会による審議を経て 2 件の推薦論文候補を決定した。本論文は、仮想エージェントの所有感の表現において表情変化を適用し、エージェントの自

我や人間らしさの表現の有効性を検証したものであり、その有用性は高く評価できるものであり、推薦論文にふさわしいと判断した。 (関西支部支部長 藤原 融)



吉田 直人

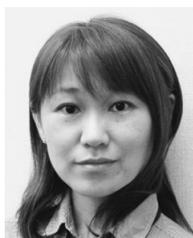
2013年関西大学総合情報学部卒業。現在、同大学大学院修士課程在籍中。2015年より博士課程進学予定。擬人化エージェントやコミュニケーションシステムに関する研究に従事。アナログシステム製作やメディア開発にも携

わっている。



古山 卓弥

2014年関西大学総合情報学部卒業。同年より(株)システムコーディネイト勤務。在学時は、顔表情とエージェントの表現システムに興味。



米澤 朋子 (正会員)

1999年慶應義塾大学環境情報学部卒業、2001年同大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社、同社サイバースペース研究所にて音声合成に関する研究に従事。2003~2011年(株)国際電気通信基礎技術研究所に出向。2007年3月名古屋大学大学院情報科学研究科後期博士課程短縮修了。2011年より関西大学総合情報学部准教授、現在に至る。擬人化コミュニケーションに興味。電子情報通信学会、日本音響学会、VR学会、HI学会各会員。博士(情報科学)。