

オブジェクトの所有状態に応じた ぬいぐるみロボットの所有表現の提案

Anthropomorphic Ownership Expression of Stuffed-toy Robot Depend On Consciousness of Ownership

吉田 直人^{1*} 米澤 朋子¹
Naoto Yoshida¹ Tomoko Yonezawa¹

¹ 関西大学総合情報学研究科

¹ Graduate School of Informatics, Kansai University

Abstract: In this paper, we discuss behavioral motions to express level of possession for an anthropomorphic stuffed-toy. The anthropomorphic ownership is expected to show invisible public possessions and to educate children intuitively about moral and possession. We focused on the ownership of a stuffed-toy robot based on the idea of the robot's personal space. We investigate the anthropomorphic expression of possession to appropriately arrange the total ownership.

1 はじめに

昨今、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 [1]。そのため、安全性が高く、話しかけたり触れたりすることで、特に精神面でのチャイルドケアが行えるコミュニケーションロボットが注目されている。

コミュニケーションロボットは、見た目が愛らしく、頭部や腕などの主要な身体部位と関節を持ち、アイコンタクト、ジェスチャーができることから、特に、擬人化してとらえやすい要素を備えている。一方で、これらのコミュニケーションロボットは運搬や随伴を目的をしていないため、実空間上に存在するオブジェクトを把持したり運搬することは構造上の制約により困難である。本研究では、コミュニケーションロボットの中でも、ぬいぐるみに関節などの機構を組み込んだぬいぐるみロボット IPRobotphone[2] を適用する。構造は非常にシンプルであるが、子供にとっても非常に親しみやすく、インタラクションを発生させやすい上、柔らかくクッション性のある素材でできているため安全面への配慮もできる。

我々は、これまでエージェントによる実世界上のオブジェクトの所有表現に関して研究を行ってきた [3][4]。実空間上には様々なオブジェクトが存在し、そのオブ

ジェクトを用いた人間同士のインタラクションも多く発生する。人とロボットの自然で高度なコミュニケーションのためには、実世界のオブジェクトを認識したりオブジェクトに対して意味のある行動が求められる。例えば、幼児教育の現場においては、様々な道具や知育玩具を使った学習が行われたりする。このように、道具や玩具を用いた幼児教育の過程で、自分と他者の物の区別、また物の貸し借りを学ぶ。乳幼児の物の所有に関しては、かなり早い段階で見ることができ、共有や貸し借りといった行為や概念への理解は、他者との交流のなかで発達していく [5]。このように公共物あるいは共有物を取り扱うシーンでのロボットの活用を想定した場合、ロボットは適切な所有モデルを持ち、状況に合わせて自らの所有を示すことが必要である。

本稿では、ぬいぐるみロボットを用いて、実世界のオブジェクトの状態からロボットがオブジェクトに対する自己の所有状態を決定する所有モデルをもとに、状態の変化による自己の所有を主張する身体動作について実装を行い、プロトタイプシステムの動作を確認した。

2 関連研究

米澤ら [6] はぬいぐるみロボットを用いて、共同注視とアイコンタクト反応による視線行動と構成の有効性を示した。Kendon[7] が示すように人間同士が行う視線行動は重要なコミュニケーションチャネルであり、ぬいぐるみロボットのような擬人的媒体であっても視線行動を用いて意図の伝達を図る事は可能であると言

*連絡先： 関西大学大学院総合情報学研究科
高槻市霊仙寺町 2-1-1
E-mail: k463362@kansai-u.ac.jp

える。

北村ら [8] はコミュニケーションロボットの視線行動におけるオブジェクトと人間への注視とその時間的変化によって「ほしい」、「いる」、「いない」の意図表出が可能であることを示した。

神田ら [9] はロボットの指差しや握手など腕部のジェスチャを観察した人間が、その行動を適切に理解し自らの行動に反映させる事ができることを示した。ぬいぐるみロボットはその形状やシンプルな機構から、同様の効果を得られるとは限らないが、腕を動かす事で意図を伝え、真似させる事によって、幼児教育でも効果を発揮する事が期待される。

仲川ら [10] は非常に小型で丸みを帯びた柔らかなぬいぐるみロボット Keepon を用いて乳幼児に対するインタラクション実験を行い、子供からの自発的なインタラクションを引き出したり、ぬいぐるみロボットの行動を観察し自らインタラクションの方法を形成していくことを示した。ぬいぐるみロボットを用いる事によって、より行動の意図を考えさせ、自身のアクションに反映させることが可能になる可能性がある。

我々はバーチャルエージェントを用いた擬人化エージェントの所有状態表現に関する研究において、エージェントのオブジェクトを奪おうとした時の表情変化がエージェントの所有状態を人間に知覚させることを明らかにした [4]。しかし、目、口、眉の稼働部や LED などの表情提示装置をもたないコミュニケーションロボットも多く存在するため表情に関しては今回対象としない。さらに、エージェントの視線方向を変化させることによる所有感覚の表出に関する研究も行ってきた [3]。シンプルな構造を持つコミュニケーションロボットにおいて、顔方向は視線の方向を表す重要なキーとなる可能性がある。実空間における所有表現では、顔方向は注意対象を示すのに有効だと考えられるが、相対的方向による表現はあくまで身体的位置が作るパーソナルスペースに基づくものともいえる。

よって本稿では、ロボットの位置とその周囲に広がると想定するパーソナルスペースのに基づいた所有表現について議論する。

3 パーソナルスペースに基づく所有モデル

本モデルは、共有物に対し誰も所有を示していない、あるいは他者が放棄し所有者が存在していない物を得る状況を想定している。幼稚園におけるブロック遊びなどがこの状況に該当する。

パーソナルスペースは、個人が暗黙のうちに自分の空間として定めている領域であり、その領域内を占有空間として維持しようと排他性を持つものである [11]。

そのため、パーソナルスペース内に存在するオブジェクトに対して暗黙の所有を与える事ができると考える。例えば、広いテーブルで愛着の強い私物を自らの近辺に固めたり、テーブルのうえの欲しいお菓子を自分の近くに引き寄せるなどの行為が挙げられる。

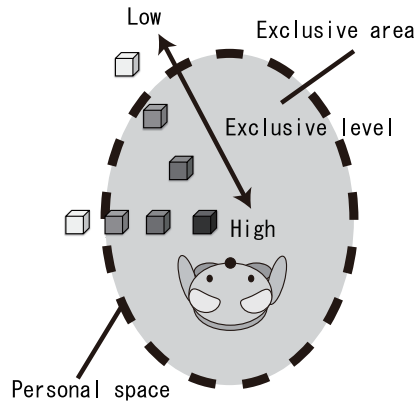
パーソナルスペースの大きさは一般的におよそ 0.5 ~ 1.2 メートルとされ、前方方向に長い楕円状をしている [12]。しかし、同時に地位や性格、性別、身長などによって変化する傾向があるため予備的に本研究で用いるぬいぐるみロボットのパーソナルスペースを半径 50 センチメートル扁平率を 50% と仮定した [13]。

図 1 の排他マップにロボット、オブジェクト、人間の位置関係による排他エリアと排他レベルを示す。排他エリアは、ぬいぐるみロボットがオブジェクトを暗黙に所有する範囲である。ぬいぐるみロボットに近いオブジェクトほど排他レベルは高くなり、遠ざかるほど排他レベルは低くなる。人間とパーソナルスペースが干渉しない場合には、排他エリア=パーソナルスペースである。人間とパーソナルスペースが干渉する場合、排他エリアは相手とパーソナルスペースが重なる領域を除外した部分である。相手とパーソナルスペースが重なっているエリアのオブジェクトは暗黙の所有とはならず、相手への確認動作を行い、許可が得られた場合にのみぬいぐるみロボットの所有となる。

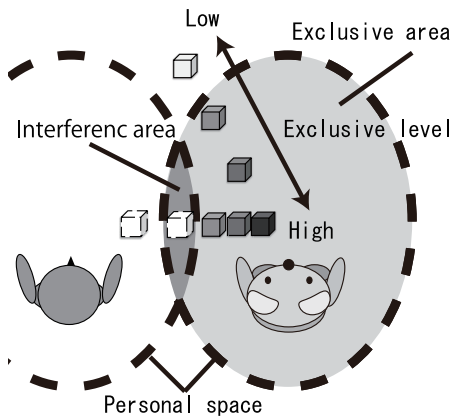
4 システム構成

システム構成を図 2 に示す。本システムは、ロボットデバイス部（ハードウェア）と所有感覚モデル部（ソフトウェア）に大まかに分けられる。ロボットデバイス部はさらに認識部とロボット制御部で構成される。認識部の入力装置として Kinect を用いる。Kinect には距離画像カメラの他音声入力デバイスが組み込まれており、人物検出やオブジェクト検出、音声入力などが可能である。本システムにおいては、主に物体の認識、人体検出、人間の手の位置の検出、音声入力に用いる。ぬいぐるみロボットをテーブルの上に置いて使用する状況を想定している。ぬいぐるみロボットのサイズなどの制約上 Kinect はテーブルの上に設置する。また、Kinect の設置位置はあらかじめ登録が必要である。ロボットおよびデバイスとソフトウェアでの処理はノート PC を用いて行う。ぬいぐるみロボットの発話はスピーカーを用いて行う。

システムにおける処理の流れを図 3 に示す。Kinect から入力されたデータは認識部で位置情報データに変換され、所有感覚モデル部に送られる。制御部にはノート PC を用いる。取得したオブジェクトの位置情報をもとにオブジェクトを所有マップにマッピングする。また、ぬいぐるみロボットの付近に他者を検出した場合



A. パーソナルスペースが干渉しない場合



B. パーソナルスペースが干渉する場合

図 1: パーソナルスペースと排他レベルの関係

に、オブジェクトがどの自己・他者・重複部分のどのパーソナルエリアに分類されるかを判定する。そのデータを用いて、ロボットは暗黙の所有オブジェクトを認識する。他者がロボットの暗黙の所有状態にあるオブジェクトに接近すると、所有マップよりそのオブジェクトの位置情報とオブジェクトに対する排他レベルが制御部に送られ、関節に組み込まれたサーボモータを制御し、視線変更や腕部の動作など排他レベルの段階に応じた所有表現を行う。

本稿では、このうち制御部を実装しぬいぐるみロボットの動作を確認した。

5 所有表現のための身体動作

5.1 身体動作の選択

暗黙のうちに所有が決定し、その所有は維持されるが、他者が手を伸ばして排他エリアの中のオブジェクトを取ろうとするなどロボット自身の所有が脅かされた場合、自らが所有していることを表現する行動をと

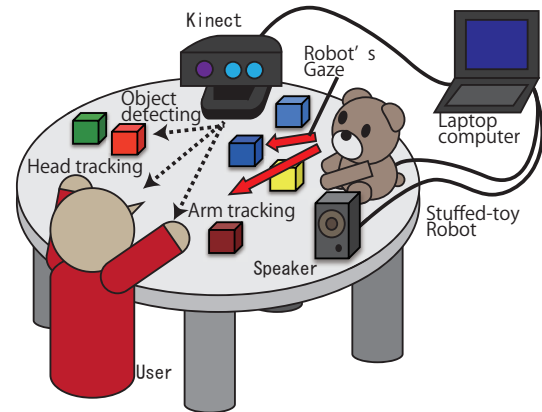


図 2: 提案システムの構成および設置例

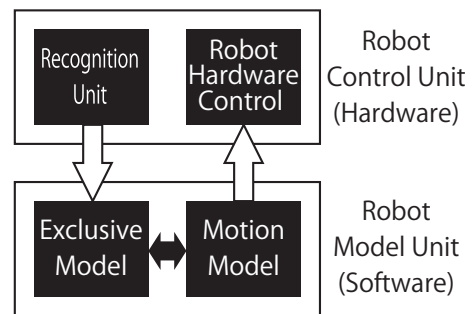


図 3: システムの流れ

る。ぬいぐるみロボットは移動や物を把持するための機構を持たず、オブジェクトのある場所まで移動したり、そのオブジェクトを取り上げたりする事ができない。また、ぬいぐるみロボットには表情を表出する機構がない。そのため、頭部運動による視線変更と、腕部の動作によって、所有状態であることを人間に示す必要がある。所有表現は図 4 のようなプロセスで行われる。まずは、排他レベルが極めて低い場合、ぬいぐるみロボットは取られそうになっているオブジェクトを注視する。排他レベルが低い場合には、取られそうになっているオブジェクトの注視と腕による指示に加えて腕をオブジェクトに向ける。排他レベルが高い場合には、取られそうになっているオブジェクトの注視に加えて腕をオブジェクトに向けた後、人間の顔を注視することによって所有を主張する。

5.2 ぬいぐるみロボットの身体動作制御

IPRobotphone [2] は首、肩の関節が稼働し、頭部と腕部の動作を実現している。各関節は 2 自由度である(図 5)。腕パーツ・頭パーツの長さが 84[mm]、胴体の幅が 80[mm]、両腕を広げた状態での右腕の先端から左腕

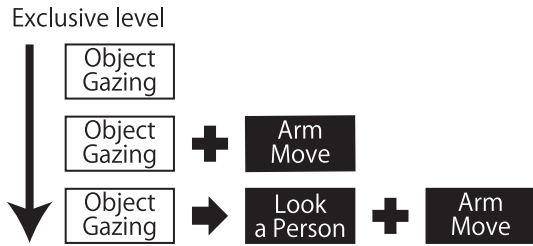


図 4: 所有表現のプロセス

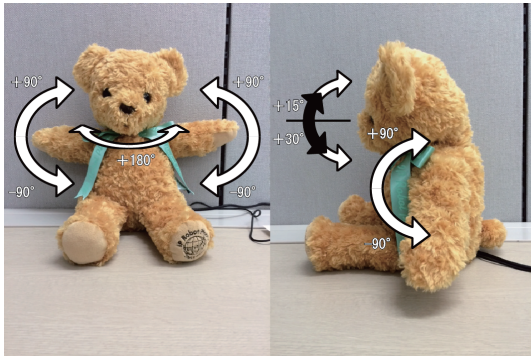


図 5: 各関節の稼働域

の先端までの長さが 249[mm], 腕の関節から先端まで (腕パーツの回転中心から腕パーツの先端まで) の長さが 70[mm] となっている. 各関節の可動範囲は 180[deg] であり, 腕を左右方向へ動かすサーボモータは, 腕を体の真横に伸ばした状態から ± 90 [deg] 回転するようになっている [14]. ただし, ぬいぐるみの外装部分の制約により, 頭部においてはぬいぐるみロボットが正面を向いた状態から上に 15[deg] 下におよそ 45[deg] に制限される.

頭部は上下左右に回転させることができ, この頭部動作によって視線変更を表現する. また, 視線を一定時間対象に向け静止させることでぬいぐるみロボットによる注視を実現する. 静止時間は的確に意図を表出でき, ぬいぐるみロボットの故障と認識される可能性の低い 1[sec] とした [8]. 腕部は腕の先をオブジェクトの方向に向けることによって, 物体の指示を行う. 注視とオブジェクト指示の 2 つの身体動作を用いて所有感表出を試みる.

6 システムの動作結果

オブジェクトの配置を図 6 に示す. 制御部にオブジェクトの位置情報と排他レベルを送信した. 図 7 は各オブジェクトの位置情報と排他レベルを制御部に入力しぬいぐるみロボットを動作させた状態である.

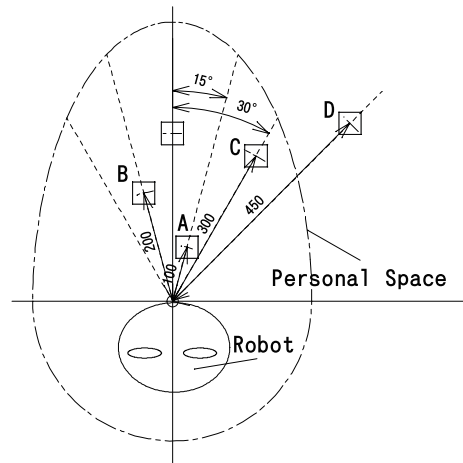


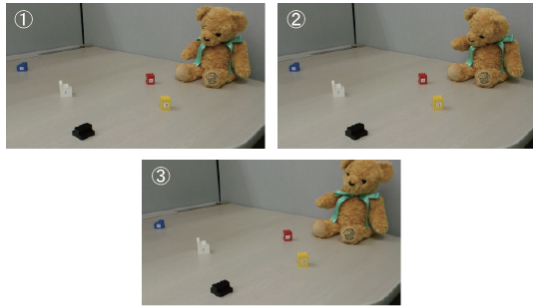
図 6: オブジェクトの配置

学生 2 名にぬいぐるみロボットが指示する物体を答える簡易的な評価を行った. ぬいぐるみロボットからの距離が異なるオブジェクトに対して, 異なる視線行動と身体動作を確認した. 動作は目視ではつきりと確認できた. また, オブジェクト A を A, オブジェクト B を B, ロボットを原点 O とした $\angle AOB$ (オブジェクト同士の最小角度) は 30[deg] であったが, A~D ともにぬいぐるみロボットの注視物体の判別は容易に行えた. また, 注視行動, オブジェクト指示ともに動作の違いは正しく認識できた. ただし, 排他レベル: 高い条件である A の条件において, 人間の顔を見た状態 (図 7 A-③) では 2 人とも視線が一致しなかったという回答を得た. 角度を大きくした場合上下-左右の軸の組み合わせに指定した角度が得られず, 誤差が生まれた可能性が考えられる. テーブルの高さを高くしたり, 子どもが使用する状況を想定した調整や改善が必要である.

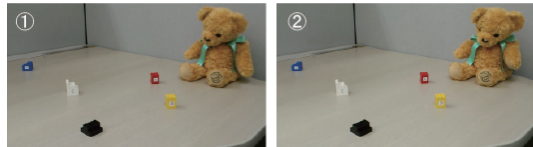
7 おわりに

本研究ではコミュニケーションロボットのパーソナルスペースを元にしたオブジェクト所有モデルについて検討し, 所有モデルから導き出した排他レベルによって異なる所有表現をぬいぐるみロボットに実装し, 身体動作を確認した. その結果, 排他レベルによって異なるぬいぐるみロボットの身体動作を実現した. ただし, 相手への注視については, 正しく制御できる範囲を検証する必要がある. また, 同様に人間とロボットの頭部回転角度の制約の違いによる影響や, 後部方向への対応などの検討が必要である.

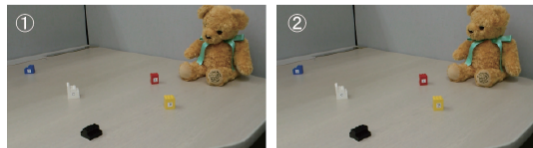
今後, ぬいぐるみロボットの身体動作が所有表現に適切であるか検証を行う. コミュニケーションロボットによるオブジェクト所有認識と, 所有表現を実現す



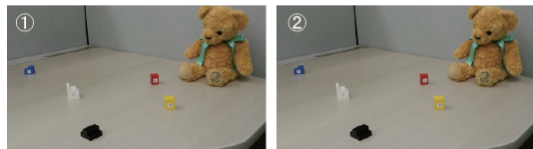
A. オブジェクトA(赤), 排他レベル: 高い



B. オブジェクトB(黄), 排他レベル: やや高い



C. オブジェクトB(白), 排他レベル: やや低い



D. オブジェクトB(青), 排他レベル: 低い

図 7: 動作結果

ることで、保育園、幼稚園をはじめ、図書館などの公共施設でのオブジェクトを利用したリッチな教育、インタラクションの実現を目指す。

謝辞

本研究は一部科研費 24300047, 25700021, 20700106 および関西大学若手研究者育成経費の助成を受け実施したものである。

参考文献

- [1] FUJITA Y.: Personal robot PaPeRo, J. Robot. Mechatron. 14(1), pp.60-63 (2002)
- [2] IWAYA-Corporation.: IP RobotPHONE, <http://www.iwaya.co.jp/Fgoods/ip.html> (2002)
- [3] 吉田 直人, 古山 卓弥: 運動視差に基づく 3DCG エージェントによる所有感表現のための注視行動,

情報処理学会 I C S 研究会, 2013-ICS-171, vol.8, pp.1-4 (2013)

- [4] 古山 卓弥, 吉田 直人: エージェントのオブジェクト所有感の表現における表情の有効性, 2013 年度情報処理学会関西支部大会, C01 (2013)
- [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), pp.86-87 (1986)
- [6] 米澤 朋子, 山添 大丈, 内海 章, 安部 伸治: 視線コミュニケーションのためのぬいぐるみの視線行動の設計と分析, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J92-D, No.1 (2009)
- [7] Adam Kendon.: Some Functions of Gaze-direction in Social Interaction, Acta Psychologica 26, pp22-63 (1967)
- [8] 北村 裕貴, 湯浅 将英: 「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 109(457), pp.55-60 (2010)
- [9] 神田 崇行, 石黒 浩, 小野 哲雄, 今井 倫太: 人-ロボットの対話におけるロボット同士の対話観察の効果, 電子情報通信学会論文誌. D-I, 情報・システム, I-情報処理 J85-D-I(7), pp.691-700 (2002)
- [10] 仲川 ころ, 小杉 大輔, 安田 有里子, 小嶋 秀樹: Keepon:子どもからの自発的な関わりを引き出すぬいぐるみロボット, 言語・音声理解と対話処理研究会 41, pp.7-14 (2004)
- [11] Little, Kenneth B.: Personal space, Journal of Experimental Social Psychology, Vol 1(3), pp.237-247 (1965)
- [12] Edward T.: Hall, The hidden dimension, Garden City, NY: Doubleday (1966)
- [13] JJ Hartnett, KG Bailey, CS Hartley.: Body height, position, and sex as determinants of personal space, The Journal of Psychology (1974)
- [14] 清水 紀芳: 身体性を有するユーザインタフェースを用いたインタラクションシステムの研究, 電気通信大学博士学位論文, pp.1-123 (2008)
- [15] 山本 大介: ロボット情報家電コンセプトモデル "ApriAlpha" の開発-機能概要および移動制御について-, 第 21 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 (2003)