

ぬいぐるみロボットの身体動作によるオブジェクト所有表現の有効性

吉田 直人[†] 荻野 正樹[†] 米澤 朋子[†][†] 関西大学

あらまし 我々は日常的に、あらゆるオブジェクトを所有し使用しながら生活している。また、他者によって所有が脅かされたとき、所有対象となるオブジェクトに対する自らの所有を主張したり、相手に譲渡するなど所有の調整を行う。本研究では、小型のコミュニケーションロボットを用い、実世界に存在するオブジェクトに対するロボットの所有の認識を実現するため、パーソナルスペースに基づいた所有感覚モデルを構築した。動作制約の多いコミュニケーション用ぬいぐるみロボットによる所有表現を実現するための身体動作について検討する。

キーワード オブジェクト所有表現, ぬいぐるみロボット, 身体動作

Anthropomorphic Ownership Expression by
Stuffed-toy Robot's BehaviorsNaoto YOSHIDA[†], Masaki OGINO[†], and Tomoko YONEZAWA[†][†] Kansai University

Abstract We investigate an expressive method of anthropomorphic ownership for stuffed-toy robot. Ownership is an attributes associated with the desire and feeling of possession among users. We adjust and control our total ownership corresponding to the each user's ownership. We focus on the ownership expression of anthropomorphic presences to arrange the total ownership. In this paper, we discuss the ownership expression of the behaviors of a stuffed-toy robot based on the idea of the robot's personal space.

Key words Ownership expression, stuffed-toy robot, motion and behavior

1. はじめに

近年、産業用ロボットのみでなく、病院やスーパー、学校、図書館などの公共空間で活躍するサービスロボットが注目されている。例えば、保育士不足が深刻な問題となっている昨今、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・小学校の先生などを支援する見守り/知育/教育ロボットへの期待は大きい[1]。同様に家庭での利用シーンにおいて、掃除ロボットの音声入力など、人間の直感的な入力で制御できるロボットシステムは、我々の身近になりつつある[2]。

ロボットの形状には、産業用ロボットの機能的な形状や、二足歩行ロボット、ヒューマノイドロボットなど様々な種類がある。我々は特に、コミュニケーションロボットに分類される比較的小型のものに注目した。見た目はヒューマノイドロボットのようにリアルではないが、愛らしい見た目が多く、幼児や高齢者、認知症患者などのコミュニケーション支援に用いられる。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といえる。コミュニケーションロボットは様々なセンサーによる入力処理や音声認識、画像処理等の技術

を用い、人とロボットの自然で高度なコミュニケーションの研究を目的としている。

一方で、これらのコミュニケーションロボットは細やかな身体制御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扱うことは構造上の制約により困難となる。例えば、オブジェクトの把持や運搬には制約が多く、自ら移動できないロボットは多く存在する。

本研究では、コミュニケーションロボットの中でも、ぬいぐるみに関する機構を組み込んだぬいぐるみロボット IPRobot-phone[3] 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[4][5]。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をロボットに適用することは必要不可欠と考えられる。例えば、幼児教育の現場においては、様々なおもちゃ

を使って遊んだり、知育玩具を使った学習が行われたりする。このような物を使っ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るといえるが、共有や貸し借りといった行為や概念にの理解は、他者との交流のなかで発達していく [6]。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。

人間などの知能の高い動物は潜在的にオブジェクトに対して所有の認識を行う。そのため、ロボットが適切にオブジェクトの所有を認識し表現を行わなければ、人間とロボットのインタラクションに齟齬を生じさせる可能性がある。例えば、一度ロボットに譲渡したオブジェクトの返却をロボットに命令した場合、ロボットの応答が無い状態が続くと、「返したくないのか?」それとも「故障か?」といった混乱をユーザに与える可能性もある。

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について考え、状態の変化による自己の所有を主張する行動について検討する。また、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 [7] 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 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える。

神田ら [8] はロボットの指差しや握手など腕部のジェスチャーを観察した人間が、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 [9] 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、エージェントの物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 [5]。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 [4]。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の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に基づき所有感覚や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

3.1 ロボットの所有プロセス

人間が物を得るプロセスは以下のように挙げられる []。

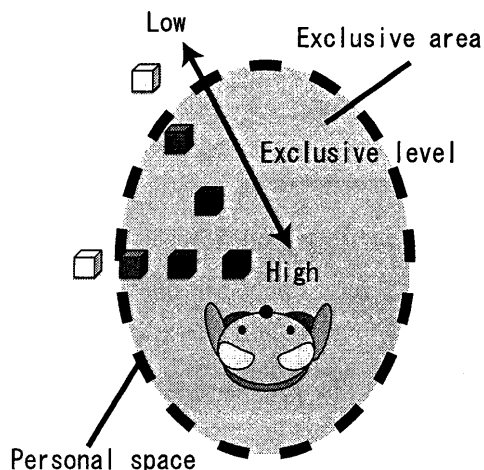
- (1) 自ら作る
- (2) 自ら購入する
- (3) 他者から譲渡する
- (4) 他者が放棄する
- (5) 誰も所有を示していない物を得る

本研究においては、コミュニケーションロボットによる所有の認識を目的とするため、1, 2 について対象としない。また 3 については、ロボットによる所有となったことは明確である。よって 4 と 5 の場合を対象とする。なお、4 は他者が次の所有者を指名しないまま所有を放棄した場合であり、5 と同等の状態とみなす。

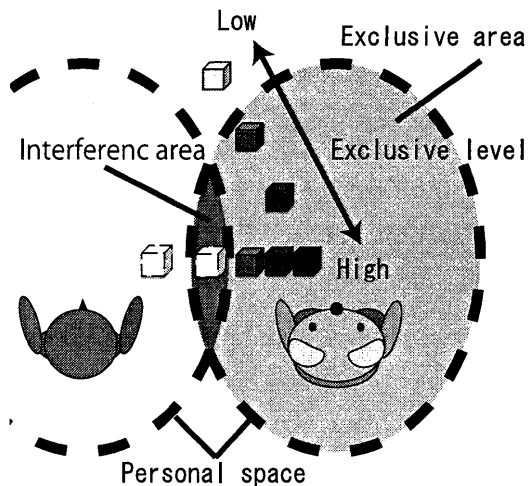
3.2 パーソナルスペースによる排他レベル

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する傾向があると言われる [10]。パーソナルスペースは潜在的に存在し、排他性を持つものであるから、パーソナルスペースを用いる事によってその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 [11]。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。特にコミュニケーションロボットは全高 30 センチメートルほどと非常に小さいため、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 [12]。今後ロボットの大きさや見た目、性格などによるパーソナルスペースの変化を検証するとともに、それらに同期して大きさを変更可能にする必要がある。

人間とパーソナルスペースが干渉しない場合の、オブジェクトとぬいぐるみロボットの位置関係による排他エリアと排他レベルを図 1-A の排他マップに示す。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。



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

Fig.1 Exclusive level changed by personal spaces relationship.

人間とパーソナルスペースが干渉するほど接近した場合の、オブジェクトとぬいぐるみロボットの位置関係による排他エリアと排他レベルを図1-Bの排他マップに示す。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が、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。

3.3 所有表現のための身体動作

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

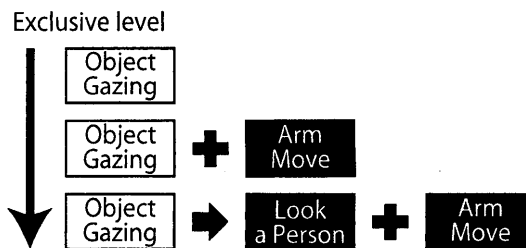


図2 所有表現のプロセス

Fig.2 A process of ownership expression.

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2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。

4. システム構想

システム構成を図3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われる。

システムにおける処理の流れを図4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、ロボットの暗黙の所有オブジェクトが認識される。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が行われる。

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. 動作結果

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5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。

- 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 C(白), 排他レベル: やや低い。
- D オブジェクト D(青), 排他レベル: 低い (パーソナルスペースの範囲外)。

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。動作は目視ではっきりと確認できた。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 とした角 AOB の角度は 30 度であったが、ぬいぐるみロボットの注視物体の判別は容易に行えた。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 (図の 3) において、視線が一致しなかった。角度を大きくした場合ぬいぐるみ部分が完全には追従しないことで、角度に誤差が生まれた可能性が考えられる。今後の調整や改善が必要である。

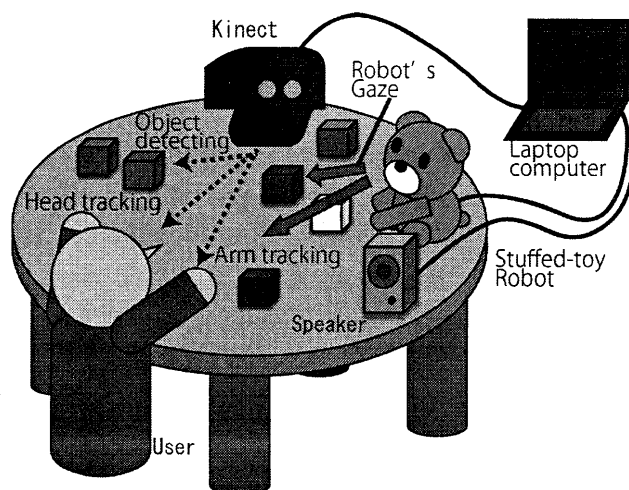


図3 提案システムの構成
Fig.3 System implementation.

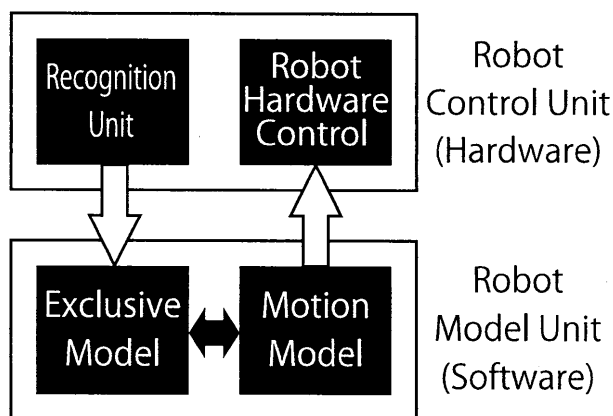
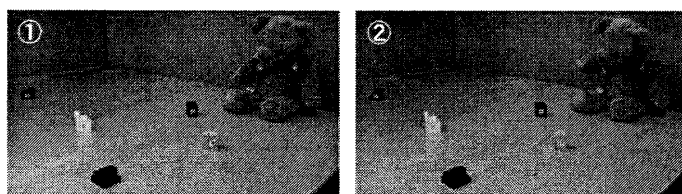
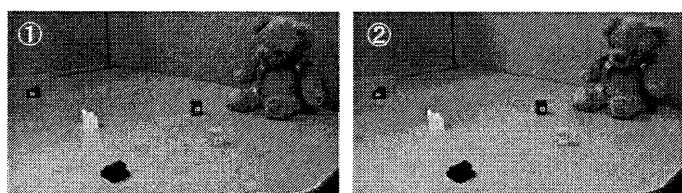


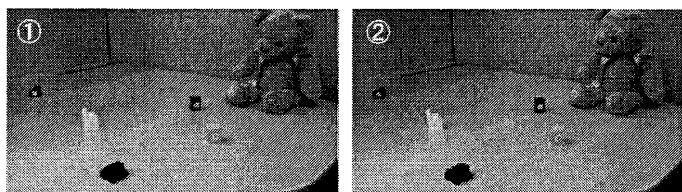
図4 システムの流れ
Fig.4 System processing flow.



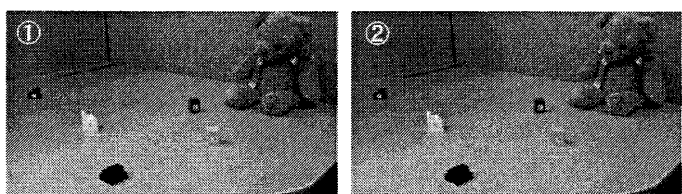
A. オブジェクト A(赤), 排他レベル: 高い



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



C. オブジェクト B(青), 排他レベル: 低い

図5 動作結果

Fig.5 Operation result.

6. まとめ

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、身体動作を行わせた。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。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。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と同時に、パーソナルスペースの変化と所有認識について分析する。

謝辞 本研究は一部平成 25 年度関西大学若手研究者育成経費, および JSPS 科研費 24300047, 25700021 の助成を受けたものである。

文 献

- [1] FUJITA Y., "Personal robot PaPeRo", J. Robot. Mechatron. 14(1), 60-63, 2002.
- [2] 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.
- [3] IWAYA-Corporation, "IP RobotPHONE," <http://www.iwaya.co.jp/Fgoods/ip.html>, 2002.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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), 86-87, 1986.
- [7] 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.
- [8] 神田崇行, 石黒浩, 小野折雄, 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), 691-700, 2002.
- [9] 仲川こころ, 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, 7-14, 2004.
- [10] Little, Kenneth B., "Personal space.", Journal of Experimental Social Psychology, Vol 1(3), 237-247, 1965.
- [11] Edward T., "Hall, The hidden dimension", Garden City, NY: Doubleday, 1966.
- [12] JJ Hartnett, KG Bailey, CS Hartley, "Body height, position, and sex as determinants of personal space", The Journal of Psychology, 1974.