

身体的なインタラクションを通じた他者性の認知過程 Identification of Agency on Interacting with Computer and Attribution of Humanlikeness

坂本 孝文 竹内 勇剛
Takafumi Sakamoto, Yugo Takeuchi

静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
gs12018@s.inf.shizuoka.ac.jp, takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

In order to examine agency identification, there was equipped an experimental environment for observing how people interpret other's behavior. The experimental environment which physically provided the interaction between human and computer was a media system that connects two sides of the experimental environment through the computer network. The task of experiment required participants to discriminate the other party if it was human or a computer when they played the system. In this study, we regard attribution of humanlikeness toward other's behaviors as a sign of agency identification. The result of experiments suggests that human agency identification is induced by interaction between the target entity and his/herself.

Keywords — Agency, Identification, Interaction, Unknown Existence, Humanlikeness

1. はじめに

他者の心を認知する能力は「心の理論」と呼ばれている[1]。心の理論を用いることで人は、他者の行動が意図や信念などの心の状態に基づいたものであると解釈することができる。心の理論を適応し、対象の振る舞いの原因として心的状態を読み取ることを他者認知という。人がどのようにして相手の心的状態を読み取るのかについてはまだ明らかになっておらず、他者認知に対する見解として、シミュレーション説[2]と理論説[3]が対立している状態である。シミュレーション説は、自分が相手の立場に置かれた場合の心的状態に基づき、相手の心的状態を読み取る方法である。理論説は、相手の心的状態を推論により理解するという方法である。一方で、現象学においては両理論に対して批判的である。現象学では、推論やシミュレーション以前に身体化されたインタラクションを通して、環境や文脈に応じた他者理解が行われているとされている[4]。

いずれの説にしても、どのような存在が他者認

知の対象となるのかを考える必要がある。そこで、本研究では他者認知の対象になり得る性質を他者性とし、他者性の認知は他者認知過程の初期段階であると考え、シミュレーション仮説の場合、対象のどのような振る舞いに対し、共通部分を見出すのかを考えなければならない。理論説においても、動くものすべてに対して心的状態を推論しているわけではないため、他者性の有無を判断する段階が存在していると考えられる。現象学における他者認知では、身体的なインタラクションを介して振る舞いや環境から他者であると判断されることで他者理解が開始されると考えられる。このように他者認知過程の初期段階として他者性の認知を位置づけることが可能である。そこで本研究では他者性が認知されるためにはどのようなインタラクションが必要であることを明らかにし、他者認知がどのように進行するかを明らかにすることを目的とする。

インタラクションを行う対象が他者であるかを判断する過程を観察するためには、対象の見た目から得られる情報をできるだけ削る必要がある。先行研究では、相手の情報をできるだけ制限したインタラクションの場を用意し、コミュニケーションを発現させることで、その過程を解析する実験が行われている[5]。しかし、これらの実験では課題が与えられているものが多く、被験者はあらかじめ他者が存在することを知っている状態でインタラクションを行っている場合がほとんどである。そこで、本研究では被験者に明確な実験課題を与えない状態でのインタラクションを観察し、そこから人が他者性を認知する過程を明らかにする。

2. ミニマムな身体表示によるインタラクション

他者性が認知される過程を明らかにするためには、インタラクションを行う対象がどのような振る舞いをするかが見た目からはわからないようにする必要がある。そこで、ミニマムデザインの手法に基づき、見た目の要素を最低限まで取り除く

ことを考える．身体的なインタラクションを行うためには，少なくとも相手がどこにいるかわかる必要がある．そこで本研究では，人の位置を表す足跡だけを残す．足跡の表現についても，位置情報を表す最小の表現である円や四角形などの幾何学図形を用いる．

人は幾何学図形に対しアニメシーや意図を知覚することができる[6]．このことから，幾何学図形を用いた単純な身体表現に対しても他者性を認知することができると考えられる．また，対象とのインタラクションの有無によってアニメシー知覚のされ方が異なることが明らかとなっている[7]．このことからインタラクションを行うことが他者性の認知にも影響を及ぼすと推察される．そこで本研究では，足跡とどのようなインタラクションを行うことで他者性を認知し得るのかを調査する．

3. 予備実験

相手の位置情報だけを表す足跡（円）とインタラクションを行うことによって，足跡に対し他者性を認知することが可能か検討する．

3.1 実験環境

実験環境の概要およびシステムの概要図をを図1，図2，に示す．被験者はプロジェクタ2台によって床に投影された光の範囲内（ $1.2\text{m} \times 0.9\text{m}$ ， 800×600 pixel）で行動させる（図3）．Kinectセンサーにより取得した被験者と実験者の腰の座標を位置情報とし，それぞれを，ネットワークを介し送受信する．送られてきた座標を基に，実験者側はディスプレイ，被験者側はプロジェクタに足跡である円を表示する．なお，実験者側のディスプレイには実験者自身の位置を表す円も表示する．

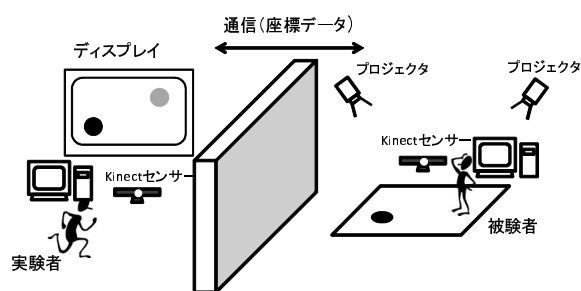


図1 実験環境の概要図

3.2 実験条件

本実験は，足跡を人が操作する”人条件”と，プログラムにより足跡の座標を決定する”プログラ

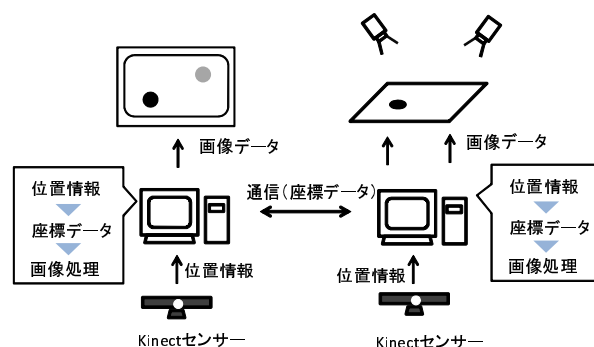


図2 実験システムの概要

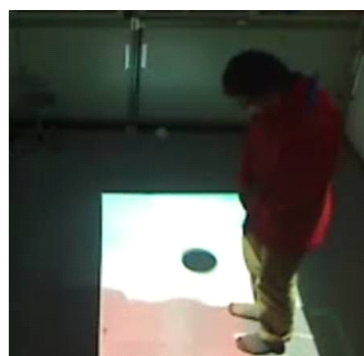


図3 実験環境

ム条件”の2条件被験者間計画で行う．人条件での足跡の動きを統制するために，実験者の動きの方針を予め決定しておく必要がある．実験者は足跡を被験者に接近させ，被験者が動きだすまで待機し，被験者の動きが予測できる場合は先回りするように行動する．プログラム条件では，被験者側の設備のみを用いて，Kinectセンサーにより取得した座標を基に，表示する足跡の位置を決定する．具体的には，被験者の位置座標を取得する毎に足跡の現在位置と被験者の現在位置の角度を求め，その角度に $0 \sim 800 \text{ mm/s}$ の間のランダムで進むように次位置を決定するアルゴリズムとする．

3.3 実験方法

被験者を部屋に入れ，床に投影されたプロジェクタの光の中から出ないように指示し，光の中央に立たせる．それ以外の行動に関する教示は行わず，部屋の中で一人にする．約1分後，床に足跡（円）を表示する．足跡が表示されてから3分後，足跡の表示を終了し，被験者にアンケートの記入を行わせる．

3.4 被験者

被験者は人条件15名、プログラム条件15名の計30名の大学・大学院生である。

3.5 観察項目

以下の項目を観察し、分析を行う。

- 被験者の位置座標のログデータ（100ms毎）
- 足跡の位置座標のログデータ（100ms毎）
- ビデオカメラにより撮影した被験者の行動
- アンケート
 - － 足跡に対する正体判断

Kinectセンサーにより取得した被験者の位置データとビデオカメラにより撮影した映像から被験者の行動を解析する。被験者に特徴的な動きがあったか、足跡に対する行動の変化が起こったかを調査する。そのような被験者の行動が足跡に対する他者性や意図性の認知を促したかどうかを足跡の正体判断の成否や足跡に対する印象から評価する。

3.6 結果と考察

「プロジェクタの像に投影されたものの正体は何だと思いますか」という質問に対する各条件の回答は、人条件では「わからない」が一番多くなり、プログラム条件では「コンピュータ」が一番多くなった（図4）。

足跡の正体为人であると判断した場合、被験者は足跡に対し他者性を認知していたといえるが、人条件において足跡に対し他者性を認知した被験者は13%にとどまっている。しかし、アンケートの「あなたの目的は何でしたか」という質問に対して、人条件では「足跡と遊ぶ」や「足跡から逃げる」といった回答が得られている。これに対し、プログラム条件ではこのような回答は得られていない。このことから、人条件では、足跡は主体性を持った存在で被験者に関わろうとしていたとが認識されていたと考えられる。

では、他者性を認知するためには「自分に関わろうとする対象の振る舞い」に加え、どのような要因が必要なのか。人条件において足跡の正体为人であると判断できた被験者は、正体判断を誤った被験者に比べ移動量が多くなっている（表5）。このことから、足跡の他者性を認知した被験者は能動的に動いていたといえる。また、先行研究では正体判断において、能動的に行動しなければ相手の正体を判断するための材料が不足することが示唆されている[8]。よって、他者性を認知するためには、「自分に関わろうとする対象の動きの認

知」だけでなく、「自分から対象に関わろうとする行動」が必要になるのではないかと推察される。この点については今後の実験によりさらに検討する。

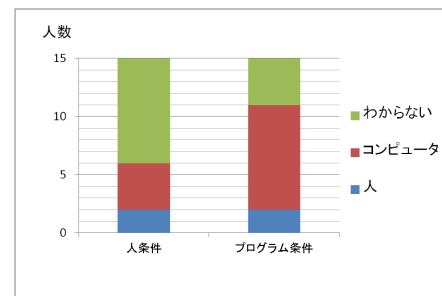


図4 各条件における正体判断の結果

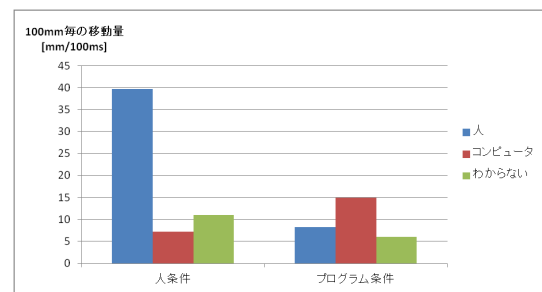


図5 各条件における正体判断ごとの移動量 (mm/100ms) の平均

4. 実験

予備実験の結果から本実験では、被験者を2名1組とし、互いに明確な目的がなく、相手の存在を知らない状態で実験を行う。これにより、被験者の能動的な行動が他者性の認知に及ぼす影響を調査する。また予備実験では、被験者にとって行為の対象となるのは足跡のみであり、足跡の動作の対象も被験者のみであった。そのため、行動に対する意図の有無が困難であったと考えられる（図6）。そこで、相手の行動の対象が明確となるように、場に共有された「モノ」を介したインタラクションを観察する。「モノ」を介したインタラクションが行われる場合、相手の行動が「モノ」に対しての行動なのか、自分に向けられて行動なのかを被験者が判断することが可能となる（図7）。また、今回の実験では両足の位置を足跡として表示させる。これにより、予備実験において観察された対象を「蹴る」、「踏む」といった行動を足跡の表示に反映させることが可能となる。

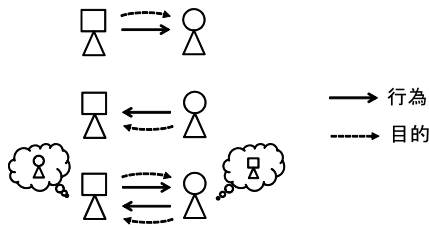


図 6 直接的なインタラクション

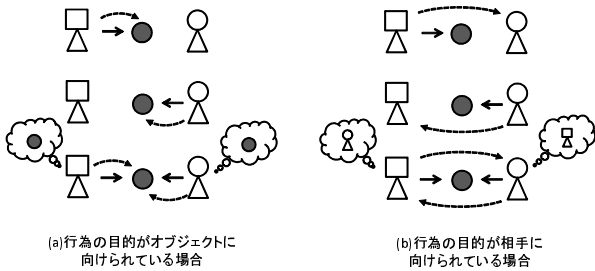


図 7 モノを介したインタラクション

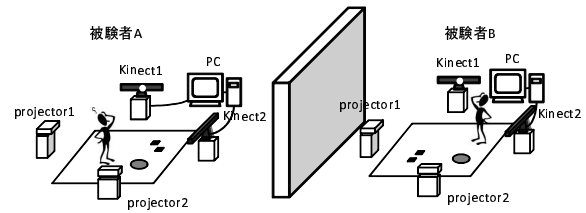


図 8 実験環境の概要図



図 9 実験環境

4.1 実験環境

予備実験と同様に床に足跡をプロジェクターを用いて投影する．Kinect センサーにより取得した相手の両足の位置を足跡として表示させ、両部屋で位置が共有されたモノとしてボール（円）を表示する．このボールはどちらかの被験者の足に接触した場合、接触した足の速度に応じて直線的に動く．

4.2 実験方法

被験者2名1組（被験者a,b）で、それぞれの被験者には相手の存在を知らせず、別々の部屋で実験を行う（図8）．各部屋ではプロジェクターの像を床に投影し、両被験者にはプロジェクターの光の範囲からでないように教示する．またボールを介したインタラクションを誘発するために、被験者aのみにボールを蹴って動かすことができることを教示する．なお、それ以外の行動に関する教示は行わない．被験者を部屋で一人にした後、それぞれの部屋の床に別室の相手の足跡とボールを表示させる．5分後、足跡およびボールの表示を終了し、被験者にアンケートを回答させる．

4.3 被験者

被験者は5組（10名）の大学・大学院生である．

4.4 観察項目

本実験では以下の項目を観察する．

- 被験者の両足の動きのログデータ（100ms 毎）
- ボールの動きのログデータ（100ms 毎）
- ビデオカメラで撮影した被験者の映像
- アンケート
 - － 正体判断

被験者の足の動きはKinect センサーにより100ms 毎に取得し、被験者の行動を定量的に解析する．またビデオカメラの映像から、足跡やボールに対する被験者の行動がどのよに变化するのかを分析する．これらを基に、両被験者の足跡を介したやり取りから、足跡を他者として認めたうえでの行動が生じる過程を明らかにする．また、そのような行動が正体判断に与える影響を調査する．

4.5 結果

4.5.1 正体判断

各被験者の足跡の正体判断の結果を表1に示す．なお、以下ではボールに関する教示を受けた被験者をa、受けていない被験者をbとし、ペア1の被験者を1a、1bと表記する．足跡の正体を「人」と判断できたペア2の被験者2aと2bは他者性を認知していたといえる．

正体判断の理由についての自由記述では、2aは「自分の立っている所から常に離れているように

感じたから」, 2bは「動きに規則性のようなものがないのに, こちらの動きに合わせて動くことがあったため」としている. 一方で, 足跡の正体を「コンピュータ」と判断した被験者から「動きに規則性がなかった」「自分の動きに反応しなかった」という回答が得られた. また「わからない」と判断した被験者は「動きの予測がつかなかった」「動きの規則や理由がわからなかった」という回答であった. このことから, 自分の行動に対する相手の反応がない場合には他者性は認知されないと考えられる.

表 1 各被験者の正体判断

	被験者	正体判断
ペア1	1a	コンピュータ
	1b	コンピュータ
ペア2	2a	人
	2b	人
ペア3	3a	コンピュータ
	3b	コンピュータ
ペア4	4a	わからない
	4b	コンピュータ
ペア5	5a	わからない
	5b	コンピュータ

- ボールに対して積極的近づき, ボールを蹴って動かす. ボールを足跡にぶつけようとする (1a,2a,3b,4a).
- 足跡に対し積極的に近づく (1b, 5b).
- ボールから積極的に距離を取ろうとする (3a)).
- ボール, 足跡に対して積極的に近づいたり離れたりせず, 足跡やボールが近づいてきた場合に反応する (2b,4b)

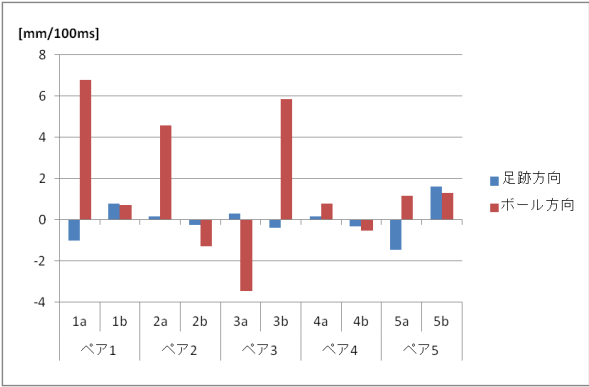


図 10 足跡およびボールに接近した量の平均の比較

4.5.2 特徴的な行動

すべての被験者がボールと足跡が床に表示されていることに気づき, 足跡・ボールに対し何らかの反応を示した. 足跡やボールに対して以下の行動が観察された.

- 足跡やボールに接近する.
- 足跡やボールから遠ざかる.
- 足跡を蹴る, 踏む.
- ボールを蹴る・踏むことで動かす.
- 接近してきた足跡やボールを避ける.

足跡やボールに対する関わり方は被験者ごとに異なっている. そこで, 各被験者が足跡やボールに接近した量を比較する (図10). ある時間 t の被験者の位置を A_t , 足跡の位置を B_t とし, 100ms後の被験者の位置を A_{t+1} とすると, 被験者が足跡に接近した量は, $(A_tとB_tの距離)-(A_{t+1}とB_tの距離)$ で求めることができる. 同様に被験者がボールに接近した量も求めることができる.

また, ビデオカメラの映像とログデータを基に, 被験者が足跡やボールを蹴る, 踏むことで移動させた回数と, 足跡やボールを避けた回数を数え, 比較したものを以下に示す(図11,図12).

これらの結果から, 各被験者の行動パターンを次のように分類することができる.

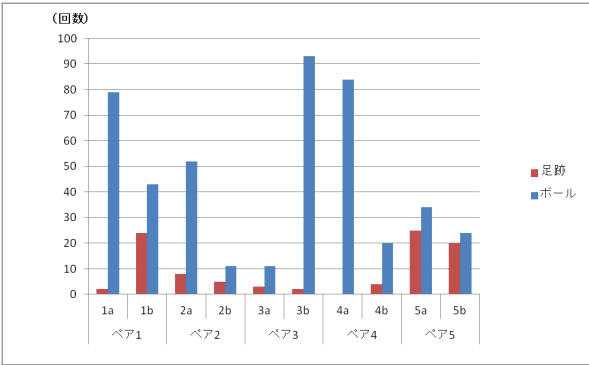


図 11 各被験者が足跡とボールを蹴った回数の比較

4.6 考察

本研究では, 人を幾何学図形のようなミニマムな表現で表し, どのようなインタラクションを行うことで対象から他者性を認知するのかを明らかにすることを目的としている. そこで, 被験者の両足の位置を四角形で表し, ボールを介したインタラクションを観察する実験を行った. 結果として, 足跡に対して他者性を認知した被験者は5組中1組であった. 以下では, 足跡を「人」と判断した被験者2a,2bと他の被験者の行動を比較し, 他者

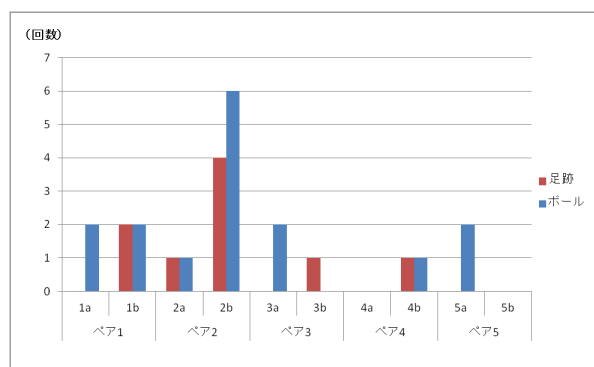


図 12 各被験者が足跡とボールを避けた回数の比較

性を認知するための要因と他者性が認知を阻害するような振る舞いについて考察する。

予備実験では、自分から対象に関わろうとする能動的な行動が他者性の認知を促すことが示唆されている。本実験においても、図11に示すように2aは、足跡に関わろうとする行動をとっている。しかし、2aよりも能動的に行動している被験者(1a, 3b)もいるが他者性は認知されていない。そこで、2aの相手である2bの行動に注目すると、足跡やボールの接近に対して避けるという行動をとっていることが図12から見受けられる。このことから、他者性を認知するためには、自分から対象に関わろうとする行動とそれに対する対象の反応が重要であると考えられる。なお、4.5.1節で示したように正体判断の理由を問うアンケートにおいてもこのことを支持する回答が得られている。

一方で、自分が蹴ったボールの接近に対して足跡がボールを蹴り返すという状況がほとんどの被験者のペアで観察されている。これも能動的な行動に対する相手の反応といえる。しかし、このような間接的なインタラクションのみの場合、他者性は認知されていない。このことから、相手が実体を伴った存在であることが他者性を認知するための前提条件となっているのではないかと考えられる。今回の実験環境では相手の存在は視覚情報のみであるため、相手が実体を伴った存在であると判断するのは難しい。しかし、相手の蹴りやボールを足跡が避ける場合、相手に足跡が実体を伴った存在であるかのような印象を与える。そのような行動がほとんど見られなかった被験者に対しては、足跡が実体を伴った存在と見なされていなかったと考えられる。これにより、他者性が認知されなかったのではないかと推察される。

5. まとめと展望

人は心の理論により他者の心の状態を推定することで、相手の意図や目的を理解している。しかし、この他者認知過程において、どのような振る舞いの対象に心の理論を適応するかが問題となる。そこで、本研究では他者認知の対象になり得る性質を他者性とし、他者性の認知過程を観察するための実験を行った。予備実験では身体的なインタラクションを行うために最低限必要な位置情報のみを足跡(円)で表現し、足跡の接近に対する被験者の行動を観察した。結果として、他者性を認知するためには「自分に関わろうとする対象の振る舞いの知覚」と「対象に関わろうとする自身の行動」が必要であることが示唆された。本実験では、両足の位置を表す足跡(四角形)とボールを介したインタラクションにおける被験者の行動を観察した。その結果「対象に関わろうとする自身の行動」に対して対象の反応がない場合や間接的なインタラクションのみでは他者性が認知されないことが示唆された。

現時点では被験者数が少なくデータが不足しているといえる。また、被験者が意図した方向にボールを蹴ることができないことがあり、両足の検出精度を上げる必要がある。その上でより詳細に定量的な分析を行う必要がある。

参考文献

- [1] Permack, D. and Woodruff, G. (1978) "Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind?", *The Behavioral and Brain Sciences* 1, pp.515-523.
- [2] Gallese, V. and Goldman, A. (1998) "Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.2, No.12, pp.493-501.
- [3] Gopnik, A. and Wellman, H. M. (1992) "Why the child's theory of mind really is a theory", *Mind and Language*, Vol.7, No.1 and 2, pp.145-147.
- [4] Gallagher, S., Zahavi, D. (2008) "The Phenomenological Mind: An Introduction to Philosophy of Mind and Cognitive Science.", London: Routledge. (石原孝二, 宮原克典, 池田喬, 林嵩哲 (訳) (2011) 『現象学的な心: 心の哲学と認知科学入門』, 東京: 勁草書房)
- [5] Galantucci, B., Kroos, C. and Rhodes, T. (2010) "The effects of rapidity of fading on communication systems", *Interaction Studies*, Vol.11, No.1, pp.100-111, 2010.
- [6] Heider, F. and Simmel, M. (1944) "an experimental study of apparent behavior", *American Journal of Psychology*, Vol.57, pp.67-70.
- [7] 福田玄明, 植田一博 (2007) "対象の運動に対する関わりが生物らしさの知覚に与える影響", *HAIシンポジウム*, IF-2.
- [8] 中田達郎, 竹内勇剛 (2009) "原初的な相互行為を通じた他者との関係形成過程の観察", *HAIシンポジウム*, 2A-2.