

実空間内でのアバターを介した身体的インタラクションにおける自己同一性

Self-identification of Tangible Avatar in Embodied Interaction

中上 輝 竹内 勇剛

Hikaru NAKAGAMI, Yugo TAKEUCHI

静岡大学 大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Shizuoka University

Abstract: Embodied object called avatar is used as a communication tool. It is not clarified that how we recognize those embodies which we call avatar. In this study, when using an avatar in real world, consider relations between users embody and embody of the avatar. And clarifying how recognition of that relations by avatar user. Clarifying the recognition of the self-identity may be leading to development of avatar communication in future.

1. はじめに

コンピュータ技術の発展によってコミュニケーション手段は次々と高品質なものに代わっている。電話での音声はクリアな音になり、携帯端末型の電話ですら音声と同時に撮影しているリアルタイム映像をやりとりできるようになっている。今後も遠隔コミュニケーションは更なる発展を続けることが予想される。

我々は誰かとコミュニケーションを行うにあたって、自己とそれ以外の存在を区別している。本稿において「自分」あるいは「自己」とは自我が及ぶ範囲を指す。たとえば「私」と言えば「自己」のことを意味し、「あなた」と言えば「コミュニケーションしている相手」を意味している。日常生活における「自己」とは、自分が生まれ持った身体を指し示していて、それ以外の存在は「自己」以外に分類される。しかし常にその境界線が自分の生まれ持つ身体とそれ以外の間に引かれているわけではない。相手が握っている携帯端末型の電話は自分から遠く離れた地に自分の声を届けており、それは機械的に合成された音声であるが、我々はそれを自分の声だと認める。しかしその電話は自分の口だと認識しているのか、本当に自分の声だと認識しているのかは明らかにされていない。

近年 CMC(Computer-Mediated Communication) において注目されているアバターコミュニケーションでは、自分の生まれ持った身体以外に対しても「自

己」を適用する行為であると説明されている[1]。アバターコミュニケーションで用いられている「アバター」とは「化身」という意味を持ち、コミュニケーションにおいて自分の分身として扱う身体をアバターと呼んでいる。アバター利用者は自分の生まれ持った身体とは違う身体を「自己」として扱うことで、アバターを取り巻く環境に対して主体的な身体的インタラクションを行うことが可能となる。

身体的インタラクションとは身体を取り巻く環境との相互行為が循環的に行われていることを意味している[2][3]。つまり環境の状態を知覚して環境に対して働きかける行為、また環境に対して働きかけることで環境の状態を知覚するという行為が繰り返行われている状態である。身体的インタラクションが主体的に行われるということは、その行為責任が自分にあると認めることであり、つまりは対象となる環境との身体的インタラクションを自分が行っているという認知を持つことである。

ロボット技術は日々進歩しており、ロボットに人に近い様々な動作をさせることが可能になってきている。これによりアバターコミュニケーションは仮想空間のみならず、実空間でも利用できる可能性がある。たとえばロボットをアバターとして利用することで、遠隔地の実空間において握手やお辞儀、抱き合うといった身体的インタラクションを含めたコミュニケーションが可能になるのではないかと考える。身体的インタラクションが利用できるならば、電話や E-mail よりも感情表現豊かなコミュニケー

ション手段として遠隔間のコミュニケーションに利用されるのではないかと予測される。

アバターは分身であり、「自己」として扱われているが、アバターが行った行為を本当に「自己」が行った行為として認識しているのかどうかは明らかにされていない。さらに仮想空間における人を模したキャラクター画像を「自己」として認識していたとしても、実空間におけるロボットも「自己」の身体として認識するかは明らかにされていない。

実空間においては同一の事柄を二つの立脚点によって観測することが可能になる。つまり何か一つの事柄に対して、生まれ持った身体によって得た情報と、利用しているロボットを通じて得られた情報の二つの情報を得ることが可能となる。それらの情報に差異を感じた場合、生まれ持つ身体とは異なる情報を提供するロボットを「自己」として認めることが難しいのではないかと推測される。なぜなら我々は普段、生まれ持った身体という一つの基準となる立脚点に立って物事を観測しているためである。

よって本稿では実空間におけるロボットをアバターとして我々は認識することができるのか、またロボットを通じて行った行為における主体がアバター利用者に帰属しているのかを検証する。この検証によって「自己」が適用される範囲を明らかにし、自己同一性に対する理解を深めることで実空間のコミュニケーションにおいてロボットが適切に使われるようになることに期待する。

2. 背景

2.1. 身体と環境

我々は身体を生まれながらに所持している。身体とはその存在に内包された意図や意思、思考などの「自我」を外界に対して行為という形で表現できる性質を持ち、なおかつ環境の状態を知覚するためのものである[2][4][5]。身体は環境と身体的インタラクションを行うための媒体とも言うべき存在であり、身体がなければ我々は環境を知覚することができない。したがって我々が知覚できる環境は生まれ持つ身体が知覚できる環境でしかない。

我々は五感(視覚, 聴覚, 味覚, 触覚, 嗅覚)によって環境を知覚している。そこに何か存在していても、触れない, 見えない, 匂いも味もしない, 音も聞こえてこないのであれば, 我々にとって存在していないのと同義である。知覚するために身体が必要となるのと同時に, 我々が環境に働きかけるためには身体が必要となる。我々は身体としての手があるから物をつかむことが可能となり, 足があるから歩

くことができる。

我々は様々な道具を身体に見立てて扱っていると考えることができる。ビデオカメラであらかじめ撮影しておいた映像を見る際には, ビデオカメラは過去を見ることができる目のように利用し, 電話は本来聞こえるはずのない遠隔地の音を聞くための耳として考えることができる。自動車は高速で移動する足であると言うことができる。

本稿では環境に対して意識や意図を反映させるために媒体となる存在全てを「身体」として扱い, 「身体」を「生まれ持つ身体」とは別の意味で扱う。

2.2. アバターの利用

近年, CMC におけるアバターコミュニケーションが注目されている。アバターとは自己の分身として環境とのインタラクションを行う身体のことである[6]。生まれ持った身体とは異なった身体として存在し, 遠隔地での身体的な行為を利用したコミュニケーションを可能とする。

本稿における環境とは身体が知覚している世界の状態を指している。前節で述べたように我々は身体を通して様々なことを知覚している。その様々な知覚によって理解する身体と関わりのある存在の集合を総じて本稿では環境とする。

ロボット技術がこのまま発展をつづけていくなれば, いずれ我々が生まれ持つ身体と比べても遜色ない活動が行えるロボットが出現するだろうと予測される。それらを利用することで現在では不可能なはずの「自己」が行ったという認知を持った上での身体的インタラクションが実空間において可能になる。たとえば火災現場などの危険な場所においてアバターに活動させることで利用者には直接的な危険が降りかからずに「その場で救助している」という認知を持って活動が行えるようになる可能性があるなど, アバターを利用することは生まれ持つ身体では危険な行為や, 困難あるいは不可能な作業を安全に, なおかつ簡易に行えるようにする可能性がある。

2.3. 「自己」として扱うことの利点

アバターは「自己」の身体であるため, アバターを通じて行う行為をまさに自分が行っているという意識のもとで行えると推測される。アバターとして与えられた身体を通じて行った行為を本当に「自己」の行為であると認識しているのかは明らかにされていないが, もしも「自己」の行為としてとらえるのであれば, その行為は単に遠隔操作型ロボットを通じて行った行為とは違う認知が行われることが考えられる。

「自己」の行為として認識する場合と、そうでない場合には認知主体が異なる。すなわち行為を行うことによって認知するのか、行為が行われたことで起きた環境の変化を知覚することで行為を認知するのかの違いが生じる。自分で本を持ち上げるという行為と、誰かに命令して本を持ち上げさせるという行為の認知は別である。意識や意図を身体によって反映させたという点では同じ主体としての立場を持つが、行為が行われるにあたり、その行為は違う形で認知され、行為に対する意識や、意図のあり方が異なると考える。つまり環境に対する働きかけがこととなることが予測される。

たとえば綱渡りをしているとして、それがどんな熟練者であっても緊張や不安を感じるが、綱渡りをしると命令した人が実際に綱渡りをしている人と同じ緊張感や不安を感じるとは考えられない。このように自分の行為として認識されないのであれば、行為に対する緊張や責任感に違いが生じるのではないかと考えられる。行為を行うにあたって、その身体をどのように捉えるのかはその行為に影響を与える重要な要素であると考えられる。よって、実空間においてロボットという遠隔操作型の身体を介して行為する際に生まれ持つ身体とそのロボットをどのように扱うかを観察する実験をおこない、それらがどのように認識されているのかを考察する。

3. 実験

3.1. 目的

実空間においてロボットを操作する際に、操作者は生まれ持つ身体とロボットの身体とで二つの認知主体が帰属可能な異なった立脚点を持つ身体をもつ。普段は生まれ持つ身体のみで環境とインタラクションを行う我々が、新たな身体と立脚点を与えられた際にそれらの身体をどのように用いて環境とのインタラクションを行うのかを観察する。

3.2. 仮説

ロボットを操作する際に、与えられる立脚点(今回の実験では視点に限定)によって操作者の生まれ持つ身体、および操作しているロボットに対する認識の違いが生じ、その認識の違いから環境に対する働きかけの仕方が変化する。

生まれ持つ身体を確認できない視点を持つ場合には、別の存在に認知主体を帰属させやすく、生まれ持つ身体を情報伝達の媒体としてのみ扱う。生まれ持つ身体を確認できる視点を持つ場合、他の存在に

対して認知主体をあまり帰属させない。したがって生まれ持つ身体において行為を行った方が容易であった場合、生まれ持つ身体によって行為を行う。

3.3. 被験者

情報系の大学生・大学院生 24名

3.4. 概要

アバターとなりうるロボットを利用した簡単な課題を行わせる。条件によって定められた映像を被験者に与え、被験者は予め決定された課題を達成することを目的とする。

教示として「どのようなことをしてもよい」と、課題達成を一番の目的とすることを被験者に伝えた。またそれぞれ与えられた条件下の元でロボットの操作練習を行わせた。

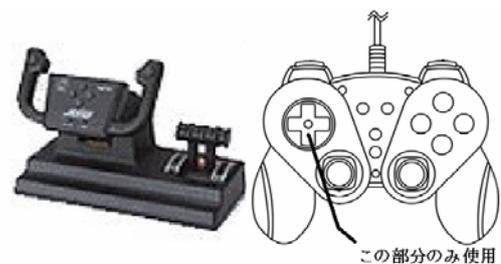


図 1:操作コントローラ

表 1:実験条件

| 実験条件 | | 立脚点要因 | | |
|------|----|--------|-------|------|
| | | ロボット視点 | 操作者視点 | 俯瞰視点 |
| 操作 | 直感 | I-R | I-U | I-O |
| | 記号 | S-R | S-U | S-O |

条件

- ロボット視点(R):遠隔操作型ロボットの頭部に搭載されたカメラからの映像を、ヘッドマウントディスプレイによって与えられる
- 操作者視点(U):操作者の頭部に設置されたカメラからの映像をヘッドマウントディスプレイによって与えられる
- 俯瞰視点(O):実験環境の上部に取り付けられた環境全体を見た渡せるカメラからの映像をヘッドマウントディスプレイによって与えられる。
- 直感的操作(I):ハンドル型のコントローラによってロボットを操作
- 記号的操作(S):十字型のボタンのコントローラによってロボットを操作

直観操作水準とはロボットの操作をハンドル型のコントローラ(図1左)によって操作する条件であり、記号操作水準では別のコントローラ(図1右)の十字キーボタンを押すことでロボットの操作を行う。

それぞれの水準は被験者間要因とし、計6条件をそれぞれ別の被験者で行う。

環境を図2のように配置し、実験を行う。

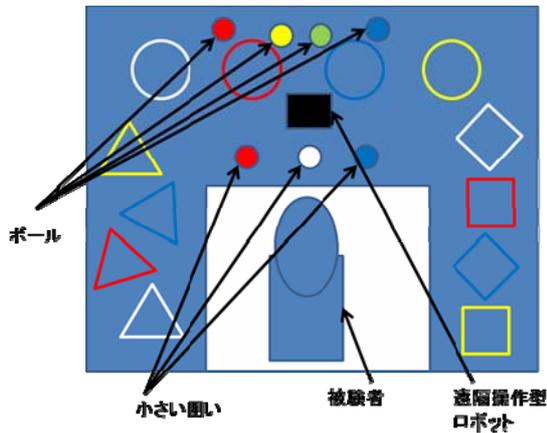


図2:環境概要図

課題はカジノスロットのように被験者に選択させていると教示するが、実際は予め設定しておいた課題を順に提示させる。課題内容は「赤色」のボールを「青色」の「四角」の枠内に入れろという形で表示される。課題は全部で5つとし、どれだけ課題を早く終わらせることを目標とさせた。それぞれボールと枠の色、枠の形はあらかじめ定められていたものを被験者が選択したように表示する。実験環境は全面を囲い、被験者は環境内に立たせた。実験課題は被験者のヘッドマウントディスプレイの映像に常に表示されている状態とする。

3.5. 指標

課題の達成のために被験者が生まれ持つ身体を利用するかを観察する。生まれ持つ身体が行為を行う対象を元に、被験者の行為を以下の四種類に分類する。

- ボールとロボット: ボールとロボットを生まれ持つ身体で直接接触。ここに分類される被験者は課題達成にあたってボールとロボットを持ち上げる、あるいは移動させるという行為を行った被験者とする。
- ボール: 生まれ持つ身体を利用してボールを移動させた。ここに分類される被験者は課題達成にあたってボールを生まれ持つ身体で掴み、移動させることで課題達成を目指した被

験者とする。

- ロボット: 生まれ持つ身体によってロボットを移動させた。ここに分類される被験者は課題達成にあたって生まれ持つ身体でロボットを掴み、移動させ、位置や方向を変更することで課題達成を目指した被験者とする。
- 常に操作: 生まれ持つ身体はコントローラによるロボットの制御のみに使われ、ボールやロボットに直接接触するというをしなかった被験者をこの分類とする。

3.6. 結果

表2:直感操作水準における生まれ持つ身体による行為対象の分類(人)

| | ロボット視点 | 操作者視点 | 俯瞰視点 |
|----------|--------|-------|------|
| ボールとロボット | 0 | 1 | 3 |
| ボール | 1 | 0 | 0 |
| ロボット | 1 | 0 | 0 |
| 常に操作 | 2 | 3 | 1 |

表3:記号操作水準における生まれ持つ身体による行為対象の分類(人)

| | ロボット視点 | 操作者視点 | 俯瞰視点 |
|----------|--------|-------|------|
| ボールとロボット | 0 | 1 | 2 |
| ボール | 0 | 1 | 0 |
| ロボット | 0 | 0 | 0 |
| 常に操作 | 4 | 2 | 2 |

それぞれの水準においてそれぞれ4名の被験者をとった。直感操作水準ではロボット視点で2名、操作者視点で2名、俯瞰視点で1名の計6名が最終ロボットの操作をすることで課題の達成を目指した(表2)。記号操作では計8名がロボットの操作のみを行った。それぞれの条件で最初から生まれ持つ身体を使っているという被験者もいたが、当初はロボットの操作をしていたが実験時間が終了に近づくことで生まれ持つ身体を使うようになる場合があった。

3.7. 検討

実験では多くの被験者がロボットを操作することで実験を達成することを目指した。特にロボット視点の条件で多く、ロボットの視点を与えられた場合、6名の被験者が生まれ持つ身体をロボットの操作のために利用している。しかし他の条件では積極的に生まれ持つ身体によって環境に働きかけをおこなう

様子が観察されており、俯瞰視点で常にロボットの操作を行っていたのは半数の3名である。これは与えられた視点によって行動に差が生じるという仮説を支持する結果であると考えることができる。

実験では直感操作と記号操作を水準に加えた。我々が普段、身体を動かす場合に行為を記号化して捉えない。たとえば目の前にあるものを掴むときに、腕を何度曲げるかなどは考えず、そこに適切に手を伸ばして物をつかむ。普段行う身体行為は記号的なものとは異なり、直感的な操作がそれを身体として認識しやすくするのではないかと考えたためである。今回はデータ数が少なく、それに関する検証は行えなかった。

今回の実験ではまだ十分な被験者の数をとれていないため、今後、十分な被験者数をとって検討していく予定である。

4. 考察

身体をアバターとして利用することで「自己」として認識される範囲が変動する可能性があるという事は背景で述べた。これまでアバターは「自己」の身体であると説明してきた。しかしこれも背景で述べたように、我々がアバターとして使っているものを本当に「自己」として認識しているのかは明らかにされていない。

我々は生まれ持った身体がある。よってそれは絶対的基準として「自己」の身体であると我々は認識している。もし生まれ持った身体以外に対して「自己」を適用させることが可能であるならば、本稿ではその存在が自分の一部であると認識していることであると仮定し、「セカンドボディ(Second body)」と呼ぶ(図3)。今回の実験では、俯瞰視点を与えられた際に生まれ持った身体で課題を達成した5名がこの認識を持っているのではないかと考える。つまりロボットという身体を使ってうまく扱えないならば生まれ持った身体をロボットの代わりに利用すればよいという思考が生まれる状態である。

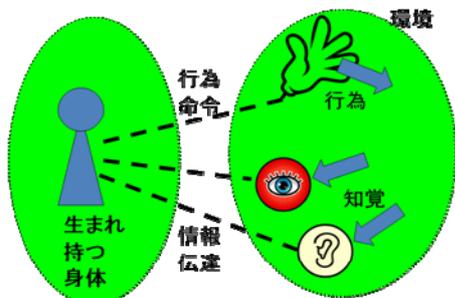


図3:セカンドボディ概念図

環境に対して働きかけるための存在を自分の一部あるいは分身として認めていない例として、人はそれを道具として扱っている場合が考えられる。すなわちそれは身体ではなく環境の一部であり、その環境に作用することで最終的に「自我」が望む結果が得られるという予測の元、生まれ持った身体によって環境とインタラクションを行っていることも考えられる。操作者視点を与えられ、ロボットを生まれ持った身体でつかんだ被験者がこの認識を持っていると考える。ロボットは道具であり、それらがうまく環境に対して機能しないため、生まれ持つ身体によって環境を整えることで道具の効果を最大限に引き出すという思考が生まれる状態であると考えられる。しかしあくまでロボットを身体として考えているため、ロボットを持つという考えは持たず、操作によってロボットを移動させた被験者がこのような認知を行っているのではないかと考える。

セカンドボディは身体の一部であってアバターではない。アバターとなるためにはその身体が一個の存在であると認識されなければならない。アバターとセカンドボディを客観的な認識によって区別するのであれば、アバターに対しては「彼」もしくは「彼女」という代名詞が使われ、セカンドボディに対しては「彼のもの」あるいは「彼の身体」と称されると考えられる。このことに関しては内藤らが実験によってアバターとしての認識に違いが存在する可能性を示唆している[7]。

遠隔操作型ロボットに対する認識は一つではないと考えられる。その視点や周囲の環境との関係によってその認識の仕方は変わると考える。遠隔操作型ロボットに対する認識の分類として以下の三つの状態モデルを提案、考察する(図4)。

- セカンドボディ型
- オルターエゴ型
- 道具

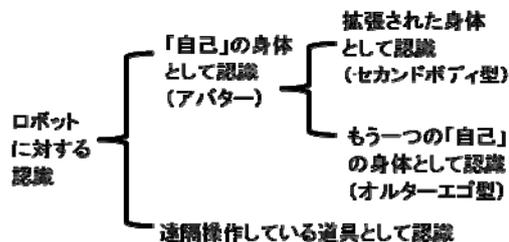


図4:ロボットに対する認識の分類

一つ目はセカンドボディ型である。「自我」が「自己」の身体として認識する身体は常に「生まれ持った身体」であるとした場合、アバターはセカンドボディとして扱われる(図5)。このとき一般的に呼ぶアバターとは全てセカンドボディであり、本来の意味

でのアバターは存在しないことになる。

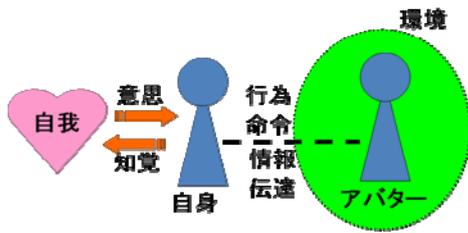


図 5:セカンドボディ型

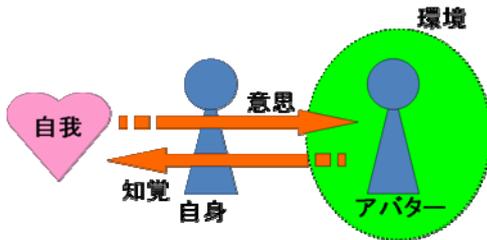


図 6:オルターエゴ型

二つ目はオルターエゴ型である。アバターを生まれ持った身体とは別の身体として認識し、まるで「自我」が「身体」という器を変えたようにアバターを認識する状態である(図 6)。そのとき認知という好意はアバターによって行われ、認知主体はアバターに帰属している。生まれ持つ身体である「自身」はアバターへ意思伝達をするための中継点としての役割を持っているが、生まれ持つ身体がアバターへ意思伝達のために行う環境とのインタラクションは意識されない。すなわち生まれ持つ身体とのインタラクションは無意識の行為であり、「自我」による意識された行為ではないと判断する。この状態を「自己」として主に認識される身体がアバターに変わることから、本稿では「オルターエゴ(Alter Ego)」と呼ぶ。オルターエゴは本来の意味でのアバターにとっても近い形であると言える。

オルターエゴ型の認識が行われている場合、生まれ持つ身体は自分の身体として認識されないことが予測される。実験において常にロボットの操作によって課題を達成しようとした被験者がこの認識を行っているのではないかと考えることができる。

最後に道具としてロボットを認識している場合が考えられる。これは遠隔操作型ロボットを身体としてではなく、単なる環境として認識しているのではないかと考える。

5. まとめ

アバターに対する認識が常に同じという可能性はない。周囲の状況やアバターの形状に合わせて変化する可能性がある。その時々で最適と思われる認識

の仕方を実験結果から、与えられる視点がその認識の仕方に影響をあたえているのではないかと推測することができる。またオルターエゴに関してはアバターを日常的に使用し、習熟することで可能になることが予測される。

遠隔操作している身体はアバターであると我々は呼んでいるが、本来はもっと細かい分類がされるべきなのではないかと考えている。また、実空間に存在するロボットに対してオルターエゴが行われるのであれば、存在しない架空の身体に対してもオルターエゴは行われるのか明らかにしていくことで、我々は「自己」の存在をどのように認識しているのかを明らかにする手がかりとなるのではないかと考えている。

アバターに対する認識を明らかにするにあたって発言などがどのようなものであっても、それが本当にオルターエゴを証明する発言であるかは判断が難しい。オルターエゴ等のアバターの認知モデルは物理的現象ではなく、人の脳内においてどのように認識されているかの問題であり、絶対的数値によってそれを示すことは難しい。よってこれらのモデルを検討することでそれらの一端を明らかにし、今後のアバターコミュニケーション研究の指針となればよいと考えている。

参考文献

- [1] Scott W. Mcquiggan & James C .Lester: Modeling and evaluating empathy in embodied companion agents, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.65, No .4, pp.348-360, (2007).
- [2] 竹内勇剛: 身体コミュニケーションとしての HAI, *人工知能学会誌*, Vol.21, No.6, pp.654-661, (2006).
- [3] 岡田美智男, 三嶋博之, 佐々木正人 編: 身体性とコンピュータ, 共立出版, (2000).
- [4] 池田善昭 :心身関係論—近世における変遷と現代における省察—, 晃洋書房, (1998).
- [5] Daniel C. Dennett, 訳: 土屋俊 :心はどこにあるのか, 草思社, (1997).
- [6] Kerstin Dautenhahn, Bernard Ogden, & Tom Quick: From embodied to socially embedded agents—Implications for interaction—aware robots, *Cognitive Systems Research*, Vol.3, No.3, pp.397-428, (2002).
- [7] 内藤久詞, 中田達郎, 関洋平, 竹内勇剛: 実世界での分身コミュニケーションにおける二重構造化, *ヒューマンインタフェースシンポジウム (HIS2008) 論文集*, 1520 (DVD-ROM) , (2008).