

## コミュニケーションメディアとしての身体的アバタインタフェース

石井 裕†

†神戸大学 学術情報基盤センター 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: †ishii@kobe-u.ac.jp

本稿では、対話者を視覚的に仮想対話空間に位置付け、遠隔の対話者と空間を共有したインタラクションを実現するための身体的アバタを介したコミュニケーションについて、自己アバタの振る舞いを通じた対話相手とのインタラクションに関する考察を行う。頭部動作計測による人型の VirtualActor および波型の VirtualWave, 手指動作計測による PuppetAvatar の開発およびコミュニケーション実験を通じたインタラクション分析を基に、身体的アバタを用いた円滑なコミュニケーション支援システム構築に向けたインタフェース設計の検討を行うとともに、ビデオ映像を利用した応用システムを提案する。

## Embodied Avatar Interfaces as Communication Media

Yutaka ISHII†

† Information Science and Technology Center, Kobe University 1-1 Rokkodai, Nada, Kobe, Hyogo,  
657-8501 Japan

E-mail: †ishii@kobe-u.ac.jp

This paper considers communication technique via talkers' avatars placed in the same communication space for human interaction. And human interface design for smooth communication support is considered based on human interaction analysis by the development of a human type avatar "VirtualActor", a abstract avatar "VirtualWave", and a hand-motion-input avatar "PuppetAvatar", and the communication experiments by using avatars.

### 1. はじめに

直接相手と対面して対話が出来ない状況下においては、様々なコミュニケーションツールを通じて対話者は互いの対話環境や振る舞いなどを伝達し、あるいは想定しながらインタラクションを行っている。この遠隔コミュニケーションを支援する目的で CG キャラクタ等を利用することは、視覚的に不足している情報を生成／補完する有用な手段である。仮想空間において対話者を視覚的に対話空間に位置付ける役割を担うための自己の代役（アバタ）となる CG キャラクタを介し、遠隔の対話者と仮想空間を共有してインタラクションを行うことで音声のみの通話とは異なるモードとして利用できる。ただし図1のように、同一コミュニケーションツール上において互いの情報を提示するだけでは空間的に分離され互いの関係性をとらえにくい場合もあるため、仮想的に同一共有空間を

現できるアバタの利用は効果的である。ここで現在一般的にオンラインコミュニケーションに利用されるアバタは、容姿の選択や仮想空間内の移動、キャラクタ表情の選択など、対話者が入力あるいは設定した情報を少しでも反映した CG キャラクタが一様にアバタと呼ばれており、表現されるコミュニケーション機能・特性は非常に多様である。

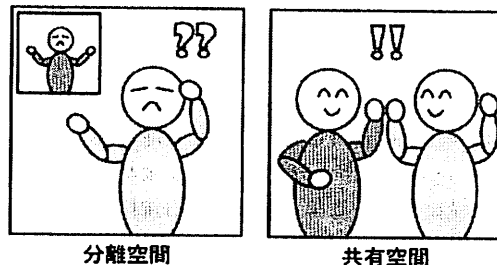


図1 遠隔コミュニケーション

本稿ではコミュニケーション機能的に対話者自身の代役としてのアバタと、対話空間における対話者行動支援等を行うコミュニケーションエージェントとしてのCGキャラクターの存在とは区別して考慮する。本来、アバタ(avatar)は“神の化身”つまり別空間における具現化された対話者の存在そのものであり、エージェント(agent)とは“代理人”として対話者とは別の主体性、自律性を有する存在と言える。つまり、アバタを介したコミュニケーションにおいて仮想空間を効果的に利用するためには、対話者の行為が写像として直接的に投影され、対話者が対話者自身として仮想空間に対する位置付けをとらえながら振る舞うことができるアバタを構築することが求められる。本稿では、この対話者自身として振る舞うことが可能なアバタを介したコミュニケーション技術について考察を行い、より円滑なコミュニケーション支援に向けたインタフェース設計の検討を行う。

## 2. 自己アバタを介した対話空間共有

人間のコミュニケーションにおいては、対面コミュニケーションに代表される、同一空間における互いの身体を介したコミュニケーションが根幹であり、より普遍的である。対話者が仮想空間において自己を位置付けるためには、この対話者の身体情報がアバタに直接的に表現され、その振る舞いを通して空間内の他者とのインタラクションがとらえられることで自己の振る舞いに変化していく再帰的なインタラクション、いわゆる自他非分離的観点が不可欠と言える<sup>[1]</sup>。これらのことから身体的アバタは、次のような特徴を有すると考えられる。

- a) 対話者動作とアバタ操作のコンテキストが整合
- b) 対話相手とのインタラクションアウェアネス共有
- c) インタラクションにおけるコヒーレンスが存在

b), c)は実空間における対面コミュニケーションでは必然的と言える特徴であるが、とくにインタラクションにおけるコヒーレンスの存在は、呼吸の同調など身体的な引き込み現象等無意識的な生体レベルではたらきを共有し、かわりあう同調効果により効果的なインタラクション場を生成するなど、対話を円滑に行う重要な特徴である。

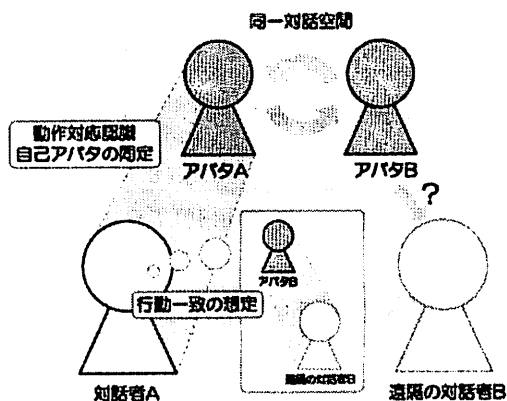


図2 アバタを介した対話行動認知

これらの前提となるのはa)の対話者自身と身体的アバタの操作コンテキストがある、つまり写像的直接対応関係が成立して知覚/運動系ができるだけ無意識化され、直接的に操作されていることである。この関係成立無しには、対話者とアバタのインタラクションに着目した分析評価を行うことは困難である。対話者の操作が直接的に行えることで対話相手とのインタラクションアウェアネスを容易に得ることが可能となり、結果として共有された対話場で身体的なコヒーレンスを生成し、より円滑な対話を実現することにつながると思われる。

また、成田はメディアにおけるインタラクションにおいては、「一方の人間の選択様式がもう一方の当事者の選択様式を動機付ける」「ネットワーク上の仮想的自己を“自己”として扱うことが相手に、彼もまたネットワーク上の自己を同じように扱うように促す」としている<sup>[2]</sup>。この指摘に対してアバタインタラクションを考察し、模式化したものが図2である。対話者AはアバタAに対して、自己の対話行動を通じて自己の行動とアバタの行動に対する動作対応認識を行うとともに、アバタAが対話空間内における「自己」であることの同定を行う。この対話者Aの対話行動を視覚化するアバタAと、遠隔の対話者Bの代役であるアバタBは同一空間内において身体的なインタラクションを行うことが可能である。対話者Aは遠隔の対話者BとアバタBの行動について、両方のアバタが同一の動作範囲で駆動していると想定される限り、実際の対応関係にかかわらず自己に対するアバタAの行動と一致すると想定していると考えら

れる。つまり共有対話空間において効果的なインタラクションを行うためには、対話者自身がいかにかアバタと身体的関係性を構築しているかを知覚できるインタフェース設計が不可欠であり、コミュニケーションメディアとして重要な要因の一つと言える。

### 3. 身体的アバタの構築

この身体的アバタについて著者らはこれまでに、頭部を中心とした身体動作計測により対話者の身体動作を忠実に再現する人型の VirtualActor 及びコミュニケーションリズムに特化した抽象的波型の VirtualWave, および手指動作計測による PuppetAvatar の三種のアバタを提案し、システムの有効性を確認してきた<sup>[3][4]</sup>。これらは仮想空間において、対話相手とのインタラクションからその存在を同一空間に位置づけることが可能となる。以下に各システムの詳細を示す。

#### ・ 頭部計測による VirtualActor/VirtualWave

図3は、これらの身体的アバタを介したインタラクションの形成と分析の模式図である。頭部動作を中心とした VirtualActor/VirtualWave は、共有仮想空間において対話者それぞれのノンバーバル情報、生体情報に基づいて構成される身体的アバタである。これらが共有仮想空間でインタラクションを行うことで互いの身体性を共有することができる。またインタラクション分析においては、アバタ同士の向きや距離感といった対話配置等の空間操作、あるいはアバタと対話者の操作性に関わる非一貫性（対話者がうなずいてもアバタは反応しないなど）による意図的な矛盾生成等の構成論的アプローチによる特性分析が可能となる<sup>[5]</sup>。VirtualActor の構築は、対話者の頭頂部、腰部、両手首に付けた4個の磁気センサ(Polhemus FASTRAK)で計測する各部位の角度と位置に基づいて上半身の身体動作

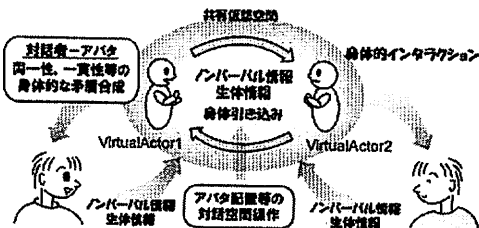


図3 身体的インタラクション分析モデル

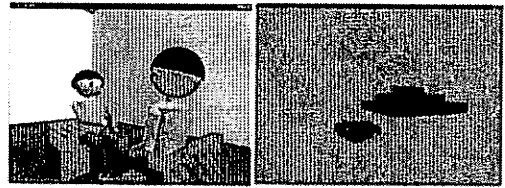


図4 VirtualActor / VirtualWave

を構成している。VirtualWaveについては、頭頂部に付けた1個の磁気センサにより計測された頭部運動を6×6個の立方体集合に抽象化し、よりコミュニケーションリズムに特化している(図4)。磁気センサによる各部動作データは30Hz、音声データは16bit, 11,025Hzで各々サンプリングし、100Mbps Ethernet 経由で送受信している。

#### ・ 手指動作計測による PuppetAvatar

身体の直接的なセンシングによるアバタへの再現は対話者とアバタ動作のコンテキストの整合を保つことができる。しかし身体全体が動かせない場合など、制約的なコミュニケーション環境下においてもアバタの直接的あるいは直感的な操作を実現する必要がある(図5)。この代用として著者らは、手指動作入力による身体的アバタとして PuppetAvatar のコンセプトを提案し、手袋型センサあるいは3Dトラックボールを用いたプロトタイプシステムを開発して有効性を確認している<sup>[6]</sup>。手袋型センサは、右手利用の場合に人差し指、中指で頭部動作、親指で左手、薬指、小指で右手として手指動作をアバタ動作として線形対応的に動作させており、直接的な操作を可能にしている(図6)。また一般的な利用を考慮し、専用のセンサではなくポインティングデバイスを用いた場合でもより直接的な操作を行うために、トラックボールを用いた PuppetAvatar を構築している<sup>[6]</sup>。さらにトラックボールのスクロール部を含めて1つの操作

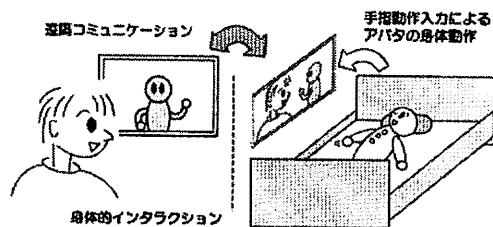


図5 手指動作入力によるインタラクション支援



図 6 手袋型センサによる PuppetAvatar

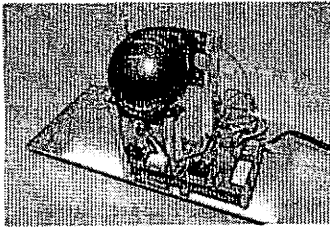


図 7 3Dトラックボールのプロトタイプ

対象で扱えるよう改良した 3D トラックボールを開発し(図 7), PuppetAvatar の頭部動作を球状の操作対象で直感的に扱えるシステム構成によるコミュニケーション実験により効果を確認している(図 8)<sup>[6]</sup>。

手指動作入力による一般的なアバタの操作法としては、ボタン押下によるシーケンス動作が中心であり、押下時間分だけ動作する場合やボタン押下をトリガとして一定動作を行う場合などがある。しかしこれらの操作では、対話者自身や対話相手の身体動作との対応がなく、対話者相互の身体性が共有されないという問題がある。アバタの動作を自動化し、多くのシーケンス動作定義から対話者が選択するのではなく、対話者の身体とその関係に着目し、より直接はたらきかけを行うことができるインタフェース設計を行うことが求められている。

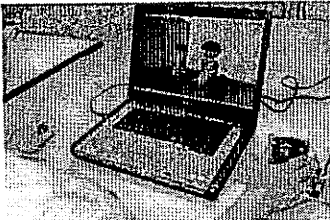


図 8 3Dトラックボールを用いた対話場面例



(a) 相手と自己 (b) 相手のみ

図 9 VirtualActor の対話場面例

#### ・ 対話者と身体的アバタの関係性

図 2 に示したアバタを介した対話行動認知過程において、インタラクションに与える影響を調べる目的で自己と VirtualActor の対応関係に矛盾を与えたコミュニケーション実験を行った<sup>[7]</sup>。簡単な物語を語り聞かせる話し手・聞き手を固定した条件下において、聞き手 VirtualActor の頭部動作を矛盾的に停止し、対話者がうなずいても VirtualActor は反応しないという動作設定における話し手の音声および聞き手の動作について分析を行った。この場合、図 9 (a) のように、相手と自己の両方の VirtualActor が表示されている場合は、話し手の音声に対する聞き手の頭部動作の強い負の相関関係が崩れ、インタラクションを阻害する要因となる結果が得られた。しかし図 9 (b) のように自己の VirtualActor が表示されていない相手のみの場面ではその相関関係に大きな変化は見られなかった<sup>[7]</sup>。つまり自己アバタの提示がインタラクションに強くかかわっており、その効果を改めて示している。このようにアバタを介したコミュニケーションにおいては、仮想空間内のアバタ同士のインタラクションだけでなく、対話者とアバタとの関係性に着目した Avatar Mediated Interaction の検討が必要であり、現在手指動作入力アバタにおけるインタラクションについてさらに分析を行っている。

#### 4. ビデオ映像による応用

前章までの CG によるインタラクションの分析評価を基に、ビデオ映像を用いたシステムについての提案を行う。ビデオ映像はコミュニケーションに重要な役割を果たす対話者の表情、身振り・手振り、姿勢や顔色などの様々なノンバーバル情報を、直接的に対話相手に伝達することができる有用な通信手段であり、その情報量から CG とは異なるチャネルによるコミュニケーション形態と考えられる。ただし単に相手のみの映像を提示するシステムでは対話者は相



図 10 自己映像を仮想的に重畳合成したビデオコミュニケーション

手に送信される自己の状態を確認することができないために、従来は主に Picture-in-a-Picture (PIP) 技術を用いて自己映像を同一画面内に提示する方法が用いられてきた。しかし図 1 において指摘したように、PIP のように画面内で空間的に分離された映像を提示するだけでは、互いの身体的関係がつかみにくいなどコミュニケーション場に対する自己の位置付けを行いにくく、対話者相互の関係形成に不都合が生じる場合がある。

そこで CG による自己アバタを実映像に置き換え、対話者自身のビデオ映像を用いて仮想的に対面対話を実現した身体的ビデオコミュニケーション手法を提案した (図 10)。これは対話者相互のビデオ映像を利用して、色相編集技術であるクロマキー技術により対話者を仮想的に対面対話状態で表示するものである。同一空間内に対話者をはめ込み合成することで、互いの関係性を把握しながら対話ができるもので、対話相手との比較検討により有効性を確認している<sup>[8]</sup>。また、視覚的な情報効果が相手と自己の関係性に影響を与えやすい初対面でのコミュニケーションに対する効果を確認するために、初対面の相手との模擬面接タスクによるコミュニケーション実験を行った。その結果、受験者役には相手に好印象を与える目的から回答に意識を集中するために相手が正面から観察できる場面が選択され、面接官役には、受験者役と自己映像を含めた相互参照可能な場面が選択された。実映像を用いた場合、より自己の振る舞いが直接観察され当事者の関係が密になると考えられるため、よりコミュニケーション状況に応じた設計が求められる<sup>[9]</sup>。このように、ビデオ映像を用いたシステム構成においても相手と自己の関係性が重要であることが確認された。

次に対話相手のビデオ映像に自己アバタである VirtualActor を対面合成した身体的ビデオコミュニケーションシステムを図 11 に示す<sup>[10]</sup>。



図 11 VirtualActor を対面合成した身体的ビデオコミュニケーションシステム

対話者は自己の VirtualActor に身体動作を反映させ、VirtualActor の振る舞いと対話相手のビデオ映像より得られるノンバーバル情報を把握するとともに、互いのインタラクションを把握しながら対話を行うことができる。とくに画面外から撮影されるカメラアングルによる視線のずれを利用し、対話相手が仮想的に VirtualActor に視線を向けて身体的関係が形成されており、対面しつつ身体性が共有できる自然な視線一致の実現が可能になっている。対話者自身を撮影したビデオ映像を用いる場合、視線のずれなどの違和感を軽減するために、ビデオカメラの配置、角度等の詳細な調整が必要となる。さらに図 11 のような正面映像を用いる場合、対話者の大きさのバランスが異なるために画面構成を行うことが困難である。視線一致の問題解決のために従来は半透過型スクリーンを用いて背面から撮影してモニタへの視線を確保し、対話者の視線一致を図る、あるいはディスプレイ中央部に手法などが用いられており、大掛かりなシステムとなっていた。しかし、本システムではこれらの問題を新たな観点で解決するものであり、新たなコミュニケーションシステムとして実用化も期待される。

## 5. おわりに

本稿では、対話者の身体性を利用した CG および実映像によるアバタを介したインタラクションについて対話行動認知の観点から考察を行い、より円滑なコミュニケーション支援に向けたインタフェース設計の検討を行った。身体的アバタの存在は、遠隔の対話相手とのインタラクションウェアネスに強くはたらきかけることが可能であり、円滑なコミュニケーションが実現できる。自己を含めた Avatar Mediated Interaction についてはまだ検討すべき課題も多

く残されているが、対話者の身体動作特性が異なる場合でもこれらを包含してインタラクションが行える可能性もあり、その効果は十分に期待できる<sup>[11]</sup>。身体的アバタを用いたインタラクション分析評価を通じて、対話者の身体性を効果的に伝達可能であり、思いが共有できるインタフェースの構築を目指す。

仮想の対話空間によるインタラクション支援において、対話者が空間共有を実感するためには仮想空間内での「自己」を第三者的視点で捉えること、即ち自己のメディア化が必要となる。これは仮想空間において、存在する場所における自己の位置付けを知覚することと同様であり、人と人のつながりが薄れつつある現代社会が抱える様々な問題を解決する糸口となると考えられる。

## 文 献

- [1] 清水博, 久米是志, 三輪敬之, 三宅美博, “場と共創”, NTT 出版, pp.24-177 (2000).
- [2] 成田康昭, “メディア空間文化論”, 有信堂, pp.171-210 (1997).
- [3] 石井裕, 大崎浩司, 渡辺富夫, 山本倫也, “手指動作入力による身体的バーチャルコミュニケーションシステムの開発”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 論文集, pp.1025-1028 (2004).
- [4] 渡辺富夫, 大久保雅史, 石井裕, 中林慶一, “バーチャルアクターとバーチャルウェーブを用いた身体的バーチャルコミュニケーションシステム”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.2 No.2, pp.1-10 (2000).
- [5] 三輪敬之, 四方義啓, 佐々謙一, “矛盾の誘導法を適用したコンテキストの生成と共有過程に関する実験的研究”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.2, No.2, pp.71-78 (2000).
- [6] 石井裕, 大崎浩司, 渡辺富夫, 伴好弘, “3次元トラックボールを用いた身体的アバタ操作の評価”, HAI シンポジウム 2007, 2E-2, pp.1-6 (2007).
- [7] 石井裕, 渡辺富夫, “聞き手の VirtualActor の頭部動作を矛盾的に止めた身体的コミュニケーションの合成的解析”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.4 No.3, pp.9-16 (2002).
- [8] 石井裕, 渡辺富夫, “ビデオコミュニケーションにおける自己映像の合成対話配置の評価”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.7, No.2, pp.113-120 (2005).
- [9] 石井裕, 渡辺富夫, “ビデオ面接における自己映像の仮想対面合成による身体的インタラクション評価”, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.9, No.4, pp.27-32 (2007).
- [10] 石井裕, 渡辺富夫, “VirtualActor を対面合成了な身体的ビデオコミュニケーションシステム”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.2, pp.73-82 (2003).
- [11] 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).