

仮想空間 3 次元形状評価における身体性の効果

2V-04

大久保 雅史, 渡辺 富夫, 伊藤 正人, 久保木 聡

岡山県立大学 情報工学部

1. はじめに

近年, 円滑にコミュニケーションをしながら製品形状を開発・評価ができるシステムの開発が切望されている. そこで本研究では, 我々がこれまでに行ってきた仮想空間における 3 次元形状評価の合成的解析や仮想空間を用いた遠隔コミュニケーションシステムの開発, および本システムを用いたバーチャルコミュニケーションの解析・評価の研究結果を基にして, 空間的に離れた複数の設計者が製品の意匠設計を協動的に行うための支援システムを開発することを目的とする.

これまでに, 仮想空間での 3 次元形状評価の研究では, 仮想空間での 3 次元形状評価の合成的解析を目的として, 仮想空間と実空間を融合して視線-行為連動系を導入したシステムを構築し, その有効性を示した. さらに本システムを用いて視覚情報と異なった触覚情報を提示した場合や対象形状の観察行為に対して視覚情報に遅延を加えた場合等, 各種感覚情報を制御した空間で官能検査を行うことで, 仮想空間での 3 次元形状評価に必要な, あるいは操作すべき感覚情報について検討している^[1].

一方, 人間同士のコミュニケーションを合成的に解析することを目的として, 仮想空間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を構築している. 本システムを用いてバーチャルアクターを介したコミュニケーションを解析し, 円滑なインタラクションを行うには相手ばかりでなく相手と自己の振舞いや関係が分かり, 空間を共有しているという実感が得られることが重要であることを明らかにしている^[2]. 開発する協調作業支援システムにおいても共有する空間において, 相手ばかりでなく自己の振舞いが分かる仕組みが必要であると考えられる^[3]. しかし, 本システムでは相手とのコミュニケーションとともに仮想空間で形状を評価する必要があるため, 微妙な形状評価を妨げない自己の振舞いの投影法を考案する必要がある.

そこで本論文では, 自己の振舞いについて, 上腕から手を提示する, あるいは自己を半透明にするといったような

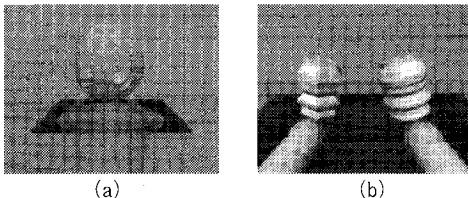


図 1 仮想空間形状評価における自己の投影法.

Effect of Embody on 3D Shape Evaluation in Virtual Space
Masashi Okubo, Tomio Watanabe, Masato Ito
and Satoshi Kuboki
Okayama Prefectural University

作業空間の考案や視点の切り替え等を開発するため, 自己の上半身を投影した空間(図 1 (a))と前腕のみを表示した空間(図 1 (b))のそれぞれの視点モードが形状評価に及ぼす影響について検討している.

2. 実験方法

2.1 実験システム

筆者らはこれまでに仮想空間での形状評価と実空間での形状評価との違いを明かにし, 仮想空間上での形状評価に反映させることを目的として, 視覚, 触覚, 視線-行為連動系等の各種感覚情報を制御可能なシステムを開発している. 開発したシステムの概要を図 2 に示す. 被験者は実空間で手に持った 2 つの形状を HMD で見ることができる. この時 HMD に投影される映像はスキャンコンバータを通して送られてくる PC 上の仮想空間での 3 次元形状の映像で, 実空間で対象物と被験者の頭部, 両手首, 腰部に取り付けられた磁気センサーの位置・角度情報を PC で処理し, 仮想空間の 3 次元形状の操作および画面上で自己の分身となるアバターの動きに反映される. したがって, 手に持った対象形状と頭部の相対位置と対象形状の回転および自己の振舞いをそのまま仮想空間上に反映することが可能である. また, 視覚情報, 触覚情報, 視線-行為連動系の情報について, 被験者に対してそれぞれの感覚情報を個別に操作することができるため, 被験者がどのような感覚情報を基に, 3 次元形状を評価しているかを合成的に解析することが可能である.

2.2 官能検査

図 3 に官能検査に用いた対象形状の光造形品とその仮想空間における 3 次元モデルを示す. 官能検査は仮想空間, 実空間とも図 3 の 5 つの形状から 2 つを同時に被験者に提示し, 一対比較させた. 被験者は男女学生 29 人である. まず, 被験者に HMD と磁気センサを装着し, 同一画面に提示した 2 つの 3 次元形状を手に持った対象形状を操作することで, 様々な角度から観察させ, どちらの形状をより好むかを二者択一させた. この時の視覚情報としては, 実験 I として自己を投影した空間(図 1 (a))を, 次に実験 II として自己の前腕のみを投影した空間(図 1 (b))を提示した. 最後に

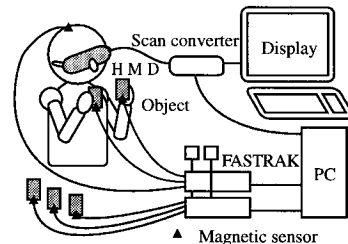


図 2 システムの概要.

[Photoforming products]



[3D models]



(a) El. (b) Ec. (c) Cc. (d) Dc. (e) Hc.

図3 光造形品（上段）と3次元モデル（下段）。

実験ⅢとしてHMDを外した被験者に同時に2つの光造形品を手渡し、充分観察させた後にどちらの形状をより好むかを二者択一させた。また、仮想空間での形状評価では、触覚情報として視覚情報とある程度類似した形状を提示する必要があるので触覚情報として平均的な形状であるCc. (図3 (c))を用いた。

3. 実験結果

3.1 実験結果

実験Ⅰ, Ⅱ, Ⅲにおける一対比較実験の結果と各形状が選択された回数の総計を図4に示す。実験Ⅰ, 実験Ⅱともに、実験Ⅲの実空間での官能検査の結果と顕著な差は見られず、図3 (c)に示した形状(Cc.)が最も好まれ、つぎにDc., (e)のHc., (b)のEc.の順に好まれている。

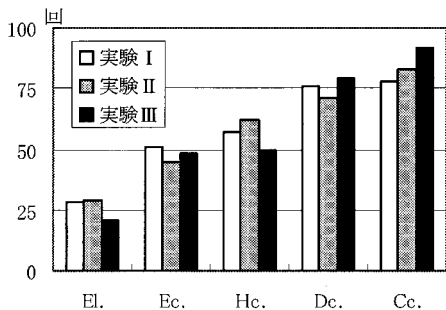


図4 各形状が選択された回数の総和。

3.2 アンケート結果

実験Ⅰ, Ⅱ, Ⅲそれぞれの終了後、実験Ⅰ, Ⅱの仮想空間においては操作の違和感、体と画像の動きの一致、評価のしやすさ、画像の解像度、更に実験Ⅰと実験Ⅱの仮想空間を比較して、どちらの空間が形状評価に適していたか、一体感があつたか、実空間と近かったかについてのアンケート調査を5段階評価で行なった。その結果を図5に示す。実験Ⅰと実験Ⅱにおいて、違和感、動きの一致、評価のしやすさ、適性に関する回答を検定した結果、動きの一致以外の項目に有意差が認められ、実験Ⅰと実験Ⅱにおいて被験者が違いを感じていることが示された。実験Ⅱでは違和感以外の項目で否定的な意見がほとんどみられなかった。また、実験Ⅰの質問において否定的な回答をした被験者全員が実験Ⅱでは違和感以外の質問で肯定的な意見へ変わっている。更に、実験Ⅰと実験Ⅱを比較した質問においては、全ての項目において実験Ⅱの方が好まれている。これらの結果から、被験者の主観的な評価としては実験Ⅰよ

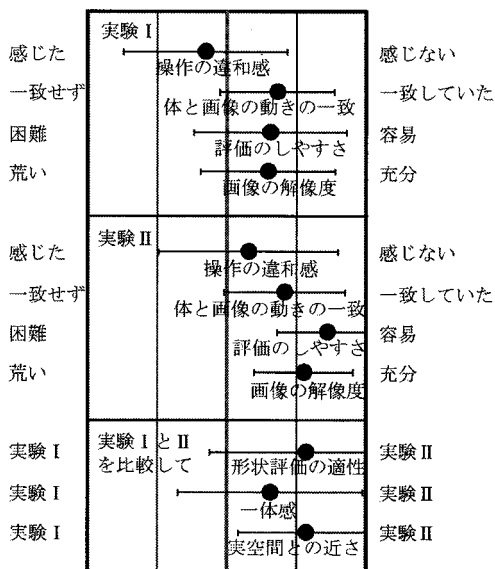


図5 アンケート結果。

り実験Ⅱの視点モードのほうが形状評価し易いと感じていることが分かった。

4. おわりに

複数の設計者が仮想空間を共有し、円滑なコミュニケーションをしながら製品の3次元形状を評価・決定できるシステムに必要な形状評価とコミュニケーションの相反する作業空間の有機的な融合を目的とし、自己の全身を投影した空間での形状評価と自己の前腕だけを投影した空間での形状評価におけるそれぞれの視点モードが形状評価に及ぼす影響について検討を行った。

その結果、今回の実験において客観的な評価では2つの視点モードに有意な差は見られなかったが、主観的な評価では上半身を半透明にした空間よりも前腕のみが表示された視点モードが好まれる結果を得た。これまでの研究で、コミュニケーションにおいては自分自身の振舞いが表示され、相手との関係が観察できる空間が好まれていることから、形状評価とコミュニケーションの2つの作業を支援するために2つの視点モードの切り替えが必要であることが示された。今後、どちらの作業にも支障を与えないようなシームレスな視点モードの切り替え方法を検討していく予定である。

参考文献

[1] 大久保, 渡辺, 他: 仮想空間における3次元形状評価のための視線-行為連動システム; 日本機械学会論文集 C, Vol. 67, No. 660, pp. 230-236 (2001).
 [2] 渡辺, 大久保, 他: バーチャルアクターとバーチャルウェ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集, Vol. 2, No. 2, pp. 107-116 (2000).
 [3] 上杉, 三輪: 仮想空間における場の生成と伝達を目指した身体的インタフェースに関する研究; ヒューマンインタフェースシンポジウム2000論文集, pp73-76 (2000).