

# 仮想空間 3次元形状評価における協調作業支援のための 視点変更手法の開発

大久保 雅史, 渡辺 富夫, 久保木 聡

岡山県立大学 情報工学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

仮想空間での3次元形状評価におけるコラボレーションでは、コミュニケーションと形状評価の2つの作業を両立し、作業間のスムーズな切り替えを行える仕組みが必要である。本研究では、形状評価とコミュニケーションそれぞれの作業視点を設定し、2つの作業の切り替えを、作業者の視点変更により実現するため、複数の視点変更について検討を行う。

## 2. 視点変更手法の検討

### 2.1 実験システム

実験システムの概略を図1に示す。本システムでは、実空間で手に持った2つの形状の3次元CGをHMDを通して仮想空間で観察することができる。このときHMD(オリンパス社製 Eyetreck)に投影される映像はスキャンコンバータ(Micomsoft社製 XVGA-1PRO)を通して送られてくるPC(Windows2000 professional SGI Zx10)上の仮想空間(SENCE8社製 WorldToolkit)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、被験者に提示する視覚、触覚、視線-行為連動系等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<sup>[1]</sup>。

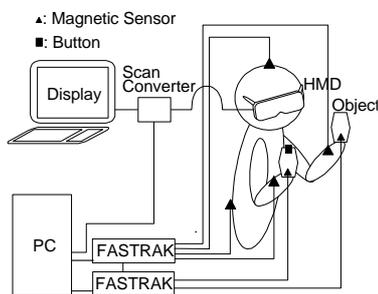


図1 実験システム

### 2.2 視点変更手法

仮想空間での協調作業による形状評価において、コミュニケーションと形状評価、それぞれの作業を両立する

ために2つの作業視点を用意した(図2)。仮想空間でのコミュニケーションでは、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が明らかにされている<sup>[2]</sup>。このことから、1つの作業視点として、相手のアバタと自己のアバタの上半身が見える視点を設定した(図2(a))。また、仮想空間での3次元形状評価においては、自己のアバタの上半身が見える視点よりも前腕部が見える視点が好まれるという知見より<sup>[3]</sup>、もう1つの作業視点として、図2(b)を設定した。

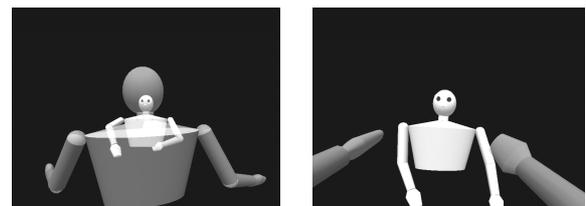


図2 2つの作業視点

本研究では、図2に示す2つの作業視点の切り替え手法として、2種類の手法について検討した。まず、手法としてユーザが体を前後に傾けることで視点を変更する手法を検討した(図3(a))。これはユーザが実空間で体を前後に傾けると、仮想空間のアバタがユーザの動きを反映し、アバタの頭の位置が基準点から一定量前後に移動することで作業視点を切り替える。次に、手法として図3(b)に示す手に持つ光造形品に付加したボタンを押すことで2つの作業視点を切り替える手法を検討した。これは、ボタンを押すごとに視点の切り替えが行われる。

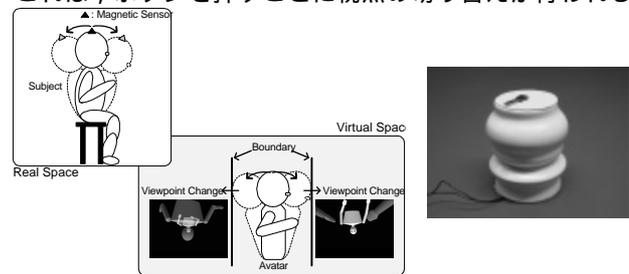


図3 視点変更手法

### 2.3 実験方法および実験結果

実験は仮想空間において、3つの形状のうち2つを同時に提示し、形状の観察を行いながら、各手法により約1分間、自由に視点変更を行わせた。被験者は、男女学

Development of Viewpoint Changing Method Collaboration Support System for 3D Shape Evaluation in Virtual Space  
Masashi Okubo, Tomio Watanabe and Satoshi Kuboki,  
Okayama Prefectural University

生 10 人である。まず、被験者に HMD と磁気センサを装着し、仮想空間に提示した 2 つの 3 次元形状を手を持った光造形品で操作を行いながら、視点変更を自由に行わせた。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ことから触覚情報として平均的な形状である Cc。(図 3 (b)) の光造形品を用いた。まず、実験として視点変更手法を、次に実験として、手法の視点変更手法について検討を行った。また、実験として、手法それぞれについて作業視点が切り替わる際に、ズーム機能を加えた視点変更の検討を行った。実験の各実験終了後に、視点変更手法の扱いやすさについて 5 段階評価でアンケート調査を行った結果、体を傾ける視点変更と比べてボタンを押す視点変更の手法が扱い易いと被験者は感じており、これら 2 つのデータを符号検定した結果、有意水準 5% で有意差が認められた。次に、実験として、手法を通して、どの視点変更手法が良かったか、一番良かったのものと次に良かったものを順位付けさせた結果、ボタンを押す視点変更手法が好まれる傾向が明らかとなった。また、ボタンを押す視点変更手法について、ズーム機能の有無に大きな差は見られなかったが、被験者にズーム機能の有無を二者択一させた結果、10 人中 7 人がズーム機能が有る視点変更手法が良いと答えた。

### 3. ボタンによる視点変更手法の評価

#### 3.1 実験システムおよび実験手順

仮想空間での 3 次元形状評価の協調作業における視点変更手法の有効性を検討するために、図 4 に示す実験システムを用いて協調的 shape 評価実験を行った。検討した視点変更手法は、ボタンによる視点変更で、ズーム機能を付加した。まず、被験者と実験者はそれぞれ別の部屋に入り、ネットワークで結ばれた仮想空間において、情報を共有し、コミュニケーションおよび形状評価を行う。被験者および実験者は磁気センサを頭部、両手首、腰部に装着し、さらに、被験者は HMD を装着し、磁気センサと視点変更用のボタンが付加された対象形状を手を持つ。磁気センサで得られた被験者および実験者の動作データはイーサネットでお互いの PC と送受信され、仮想空間上で自己と相手のアバタの動きに反映されている。被験者は対象形状に付加されたボタンを押すことで視点の変更を自由に行うことができる。最初にシステムに慣れもらうため、ネットワーク上の仮想空間で視点変更を自由に行わせながら、3 分間の遠隔対話を行った。次に形

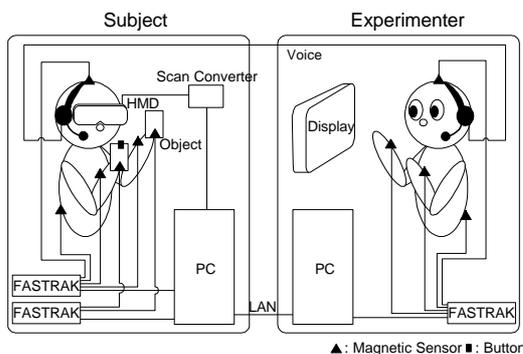


図 4 実験システム

状評価実験として、実験者の操作により被験者に 3 つの形状から 2 つを同時に提示し、実験者からそれぞれの形状の説明を受けた後、被験者に評価を行わせた。形状評価は、全ての組み合わせについて行った。被験者は男女学生 14 人である。

#### 3.2 実験結果

形状評価実験において、実験の進行状況と被験者の視点の遷移の例を図 5 に示す。形状評価実験は、実験者による比較対象の 3 次元形状の説明、被験者による形状評価、実験者と被験者による評価の結果のやり取りから構成されている。この図より、形状評価実験において、被験者は、形状評価を行っている間、相手のアバタと自己のアバタの前腕部が見える視点だけでなく、相手のアバタと自己のアバタの上半身が見える視点も使用しながら形状評価を行っていることが分かる。この傾向は他の被験者にも見られた。このことから、被験者が形状評価を行いながらも、自己の動きと相手との関係の確認も行っていることが示唆される。



図 5 実験経過と視点状態の遷移

### 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行いながら製品の 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機能とコミュニケーション機能を有機的に結合することを目的とし、相手のアバタと自己のアバタの上半身が見える視点と、相手のアバタと自己のアバタの前腕部が見える視点をそれぞれ設定し、これらの視点を切り替えるための複数の視点変更手法について検討を行った。その結果、ズーム機能を付加したボタンを押す手法が好まれた。さらに、仮想空間での 3 次元形状評価の協調作業における視点変更手法の有効性を検討した結果、被験者は、相手のアバタと自己のアバタの前腕部が見える視点で形状評価を行いながら、相手のアバタと自己のアバタの上半身が見える視点も利用して、自己の動きや相手の動き、さらに両者の関係の確認を行っている傾向が認められた。

#### 参考文献

[1] 大久保, 渡辺: 仮想空間における 3 次元形状評価のための視線 - 行為運動システム; 日本機械学会論文集 (C 編), Vol. 67, No. 660, pp. 230-236 (2001)  
 [2] 渡辺, 大久保, 石井, 中林: 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誌, Vol. 2, No. 2, pp. 107-116 (2000)  
 [3] 伊藤, 大久保, 渡辺, 久保木: 仮想空間での協調作業支援システムのための 3 次元形状評価システムの開発; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2001 論文集, pp. 5-8 (2001)