

仮想空間協調作業支援システムにおけるうなずき反応の影響

大久保雅史[†] 渡辺 富夫[‡]

同志社大学工学部[†] 岡山県立大学情報工学部[‡]

1. はじめに

近年、遠隔地にいる複数の設計者が仮想空間を共有しながら製品形状の評価・決定が行うことのできるシステムの研究・開発が進められている[1]。著者らはこれまでに、ユーザの身体動作をそのまま仮想空間上のアバタに反映させる3次元形状評価のための協調作業支援システムを開発し、高い評価を得ている[2]。しかし、本システムでは、ヘッドマウンティッドディスプレイやヘッドセット、磁気センサを使用するため、ユーザのコミュニケーション動作を抑制している可能性が高い。

そこで本研究では、3次元形状評価のための協調作業支援システムにおいて、ユーザの身体動作をアバタにそのまま反映すると同時に、話しかけによって仮想空間上の相手アバタをうなずかせることにより、システムを使用する際に損なわれてしまうノンバーバル情報を補うことで、より円滑に協調作業を支援するシステムを開発している。また、官能評価とアンケート調査により仮想空間3次元評価のための協調作業支援システムにおけるうなずき反応の影響について検討している。

2. 協調作業支援システム

2.1 システム概要

これまで行ってきた仮想空間における形状評価システムの研究開発とバーチャルコミュニケーションシステムに関する研究開発の成果から得られた知見に基づいて、遠隔地にいる複数のユーザがネットワークで結ばれた仮想空間を共有し、相手および自己のアバタを介して3次元形状評価と同時にコミュニケーションを行える協調作業支援システムを開発している(図1)。本システムでは、各ユーザの頭頂部、両手首、腰部およびユーザが手に持つ入力デバイスに装着した磁気センサからの位置・角度情報をPCで処理し、仮想空間のアバタと3次元形状の動きに反映している。磁気センサから得られたユーザと入力デバイスの動作情報とマイクから入力された音声情報は、イーサネットを介して互いのPCに送受信される。

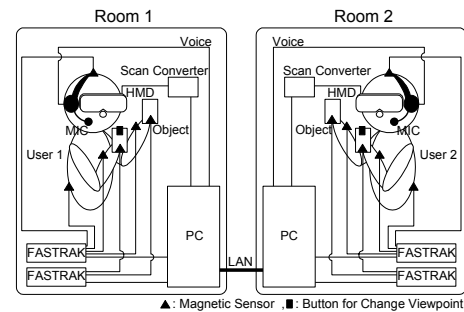
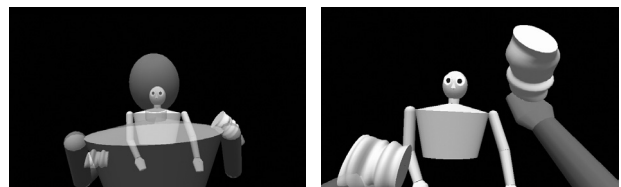


図1 協調作業支援システム



(a) コミュニケーションモード (b) 形状評価モード

図2 二つの作業視点

さらに、仮想空間での形状評価とコミュニケーションのそれぞれ独立した作業を両立するためには、各作業に適した視点が有効であるという知見から、図2の2つの作業視点を設定している。

2.2 うなずき反応モデル

提案したシステムでは、ヘッドマウンティッドディスプレイやヘッドセット、磁気センサを使用するため、ユーザのコミュニケーション動作を抑制している可能性が高い。そこで、人の対面コミュニケーション実験における分析結果より、発話音声に基づく相手アバタの反応モデルとして、著者らが既に提案している話し手の音声のON-OFFパターンに基づくうなずき反応モデルを導入した。

うなずきの予測には、うなずき $y(i)$ を音声 $x(i)$ の線形結合で予測するMAモデルを用いた。

$$\hat{y}(i) = \sum_{j=1}^J a(j)x(i-j) + w(i) \quad (1)$$

$a(i)$: 予測係数 $w(i)$: ノイズ

本システムでのアバタは基本的には各ユーザに装着された磁気センサからの位置・角度情報に基づきユーザと同じ動きをする。ただし、ユーザが発話した時に、そのユーザが見ている相手アバタだけが上

Effectiveness of Nodding on Collaboration Support System in Virtual Space

Masashi Okubo[†] and Tomio Watanabe[‡]

[†]Faculty of Engineering, Doshisha University

[‡]Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University, CREST of JST.

で述べたうなずき反応をする。

3. 官能評価実験

3.1 実験内容

協調作業支援システムにおけるうなずき反応の付加の影響を評価するために協調的形狀評価実験を行った。被験者は学生8組16人である。2人1組で図1に示したシステムを用いて、仮想空間を共有し、形状の観察、相手との形状のやり取りやコミュニケーションを行いながら協調的に形状評価する。実験では、2人1組の被験者に仮想空間、実空間の順で形状評価を行わせた。仮想空間の実験では、これまでの協調作業支援システムと、相手アバタにうなずき反応を付加したシステムを用いて順次行った。その際、順序効果を考慮してペアごとに実験する順序を入れ替えた。各実験条件において5種類の3次元形状から異なる2つを同時に提示し、外見の好ましさを基準として対比較による官能検査を行った。ただし、形状を提示する順序は実験条件ごとに変えた。また、仮想空間での形状評価では、視点の切り替えを被験者に自由に行わせた。仮想空間、実空間ともに全ての形状の組み合わせ合計10組について対比較を行った。

各実験終了時に協調作業のし易さ等に関するアンケートを5段階評価で行い、さらに仮想空間での2つの実験が終了した後どちらのシステムが良いか回答させた。

3.2 実験結果

仮想空間、実空間における形状の好ましさについての一対比較の結果を用いて3次元形状の好ましさを定量的に評価するために、次式に示す Bradley-Terry モデルを想定した。

$$P_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j} \quad (2)$$

$$\sum_i \pi_i = \text{const.} (= 30)$$

π は形状の好ましさを表し、このモデルを想定することにより、一対比較に基づく好ましさの強さを一義的に定めることができる。つぎに、各実験条件に対してモデルの整合性を検定するために、形状の好ましさの値 π に対して適合度検定を行った結果、全ての実験条件において、モデルは棄却されることなく整合性が保証され、うなずき反応が仮想空間での3次元形状評価に影響を及ぼさない可能性が高いことが示された。

各実験終了後、協調的形狀評価および本システム等に関する6項目について5段階評価でアンケートを行った。ただし、実空間での実験終了後には、相手との一体感、相手の存在感の項目を除く4項目のみについて回答させた。さらに、仮想空間での実験終了後どちらのシステムが良いか5段階評価のアンケートを行った。実験中、被験者の中にはほとん

ど発話せずに対話者の聞き役に徹している者もいた。うなずき反応は発話に対してのみ表れるので、発話が少ない被験者にはシステムの違いが区別されていないと考えられる。そこで、全被験者16名のうち比較的発話量の多かった10名についてのアンケート結果を図3に示す。この結果より、発話量の多かった被験者に関しては、全ての項目において、うなずき反応有りのシステムが、うなずき反応なしのシステムと比較して評価が高く、本システムにおけるうなずき反応付加の有効性が示された。

また、ほとんどの項目について、本システムの仮想空間より実空間の方が優位ではあるが、「実空間ではコミュニケーションがやり易い分意見がまとまり難い」や「実空間では遠慮してしまうが仮想空間では意見が言えた」等のコメントが得られ、相手や状況によっては、たとえ遠隔地でなくとも本システムを利用することが有効である場合も考えられる。

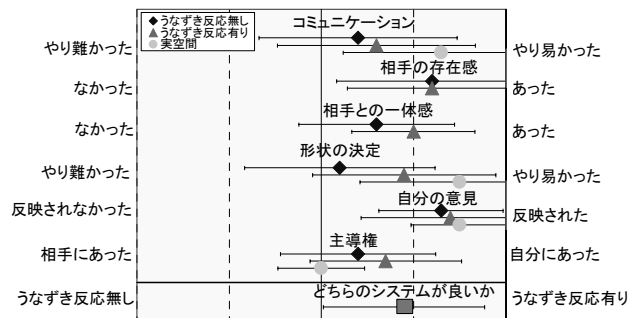


図3 アンケート結果

4. おわりに

仮想空間を用いた協調作業支援システムにおいて、システムを使用する際に損なわれてしまうノンバーバル情報を、相手アバタに話し手の音声に基づくうなずき反応を補うことによって、より相手との一体感を増し、円滑に協調作業するためのシステムを開発し、その有効性を検討した。その結果、提案するシステムを用いた仮想空間で、形状の協調的評価が可能であることが示された。また、本システムおよび協調作業等に関するアンケートを行った結果、有意な差は見られなかったが、全ての項目において概ね良好な回答が得られ、システムの有効性が確認された。

参考文献

- [1] 宮川, 他: スーパーバイズエージェントによる協調設計に関する研究; 日本機械学会第9回設計工学・システム部門講演会論文集, pp.134-137 (1999) .
- [2] 大久保, 他: 視点変更を用いた仮想空間3次元形状評価のための協調作業支援システム, 日本機械学会論文集 C 編, No.70, Vol.693, pp.124-131 (2004) .