

視触覚—行為連動システムを用いた3次元形状評価の合成的解析

4 T - 0 6

大久保 雅史 渡辺 富夫

岡山県立大学 情報工学部

1. 緒 言

3次元CADやバーチャルリアリティ技術を用いて、設計あるいは設計した製品形状の確認を行うことが多くなっている。このように最近ではディスプレイあるいはヘッドマウントディスプレイ(HMD)上での対象形状の評価が頻繁に行われているが、これはディスプレイ上での形状の評価が実空間での形状の評価と一致することを前提にしている。しかし、これまでの研究で3次元CADと光造形品を用いた3次元形状の官能検査により、仮想空間と実空間の形状評価が異なる可能性が示されている¹⁾。本研究では、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、仮想空間と実空間を融合するシステムを開発し、対象の形状の好ましさの評価を官能検査により統計的に解析してシステムの有効性を確認している。

2. 実験方法

2.1 実験システムの概要 実験システムの概要を図1に示す。被験者は実空間で手に持った2つの形状をHMD（オリンパス社製Eyetrek）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（Gateway2000社製GP6-400）上での仮想空間（SENCE8社製

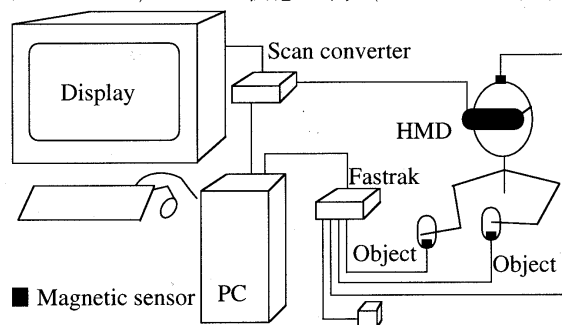


図1 システムの概要。

3D Shape Evaluation Analysis by Synthesis Using Tactile and Gazing Line-Action Linkage System
Masashi Okubo and Tomio Watanabe
Okayama Prefectural Univ.

WorldToolKit)の3次元形状の映像で、実空間で対象物と被験者の頭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次元形状の操作を行っている。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をそのまま仮想空間上に反映することが可能である。

2.2 対象形状 3次元形状の好ましさの一对比較に用いた形状は、認知心理学上の知見から、被験者に先入観がない抽象的な形状で、かつこれまで直接的には見ることがなかった形状が適している。そこで対象として、我々が初めて3次元形状として表現した口唇運動の時系列変化の3次元形状を抽象化した形状を選定している²⁾。図2に実験に用いた対象形状の光造形品と3次元モデルを示す。図2(a)は、口唇運動データをもとに、各画像フレームにおいて口唇輪郭の縦横比を変えずに、楕円に近似したもの(EI.)、図2(b)は(a)と同様に近似した楕円の中心を揃えたもの(Ec.)、図2(c)は楕円の代わりに各フレームでの口唇輪郭と同じ面積の円を用いて中心を揃えたもの(Cc.)である。

2.3 官能検査 官能検査は仮想空間と実空間双方

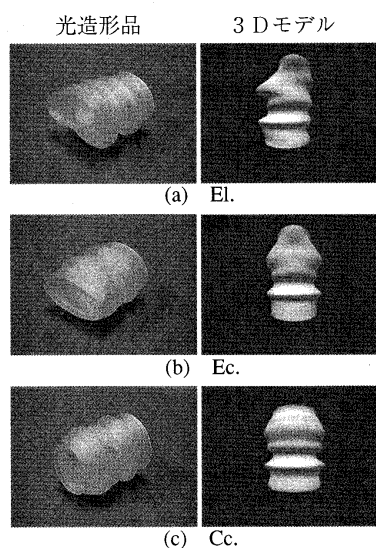


図2 官能検査に用いた形状。

とも前述の3つの形状から2つを同時に被験者に提示し、どちらの形状を好むかを二者択一させた。被験者は学生28人である。まず、被験者にテーブルの前に座らせ、HMDと磁気センサーを装着し、同一画面に表示した2つの3次元形状を手を持った対象形状を用いて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。つぎに、HMDをはずした被験者に同時に2つの光造形品を手渡し、充分観察した後、どちらの形状をより好むかを二者択一させた。

3. 実験結果および考察

表1(a)に光造形品の、(b)に仮想空間での一対比較実験の判定結果を示す。これらの結果を用いて仮想空間と実空間での3次元形状の好ましさをそれぞれ定量的に評価するために、以下に示すBradley-Terryモデルを想定した。

$$P_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j} \quad \dots (1)$$

$$\sum_i \pi_i = \text{const.} (= 30) \quad \dots (2)$$

(π_i : i の強さの量, P_{ij} : i が j に勝つ確率)

Bradley-Terryモデルによる形状の好ましさの結果を表1に示す。仮想空間と光造形品の双方の結果に顕著な差は見られず、図2(c)に示した口唇輪郭と同じ面積の円を用いて中心を揃えたもの(Cc.)が最も好まれ、つぎに(b)の口唇の形状を近似した楕円の中心を揃えたもの(Ec.)が好まれている。図3に(a)今回の実験結果と(b)前回の実験結果を併せて示す。本システムを用いて実

表1 一対比較の結果。
(a)光造形品。

Product	El.	Ec.	Cc.	Total	π_i
El.		6	6	12	3.13
Ec.	22		6	28	7.74
Cc.	22	22		44	19.13

(b)本システム。

Image	El.	Ec.	Cc.	Total	π_i
El.		7	6	13	3.25
Ec.	21		5	26	6.77
Cc.	22	23		45	19.98

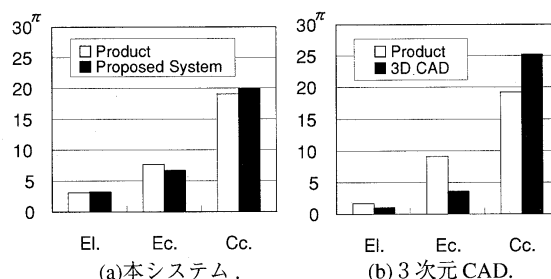


図3 Bradley-Terryモデルによる形状の好ましさ。

験した結果は、3次元CADを用いてディスプレイ上で行った実験結果よりも実空間の結果に近いことがわかる。さらに、このモデルの整合性を検定するために、有意水準5%で適合度検定とゆー度比検定を行ったところモデルは却下されず、特定の苦手関係がないことが明らかになった。前回の報告で、ディスプレイ上の3次元形状をマウスを操作して評価する実験では、Bradley-Terryモデルが却下され、仮想空間上の形状評価が実空間の形状評価と異なる可能性が示された¹⁾。今回の実験において、触覚及び視線一行為連動系を取り入れた仮想空間では、実空間での形状評価と同様、Bradley-Terryモデルの整合性が保証された。このことは、形状の評価に触覚や視線一行為連動系が深く関わっていることを示すものである。

4. 結 言

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、仮想空間と実空間を融合するシステムを開発し、仮想空間と実空間での形状の好ましさを比較検討することでシステムの有効性を検討した。その結果、前回の実験におけるディスプレイ上のマウス操作による形状比較では、実空間での形状評価と異なった結果を得たのに対して、触覚システム及び視線一行為連動系を取り入れた仮想空間では、実空間での形状評価とほぼ同じ結果を得られ、本システムの有効性が示された。本システムを用いて、触覚、視線一行為連動系などの情報を操作することにより、人間の形状評価に必要な情報を調べることができる。

参考文献

- (1) 大久保・渡辺: 仮想空間と実空間での3次元形状の好ましさの評価, 日本機械学会論文集, Vol.64-620, pp1218-1222(1998).
- (2) M.Okubo and T.Watanabe: Lip Motion Capture and Its Application to 3-D Molding, Proc. 3rd. International Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition (FG'98), pp.187-192(1998).