

官能検査と生理指標に基づく実空間と仮想空間 での形状評価

2 X - 1

○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、設計した製品形状の確認を行うことが多くなっている。またインターネット上での商品取引や買い物が広く行われるようになってきた。このように最近では計算機のディスプレイ上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きているが、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、実空間における3次元物体の形状評価とディスプレイやHMD等の仮想空間での3次元モデルの形状評価を比較検討した研究はこれまでほとんどなされていない[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、3次元CADと光造形システムを用いてディスプレイ上での形状と実空間での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、両者にどのような違いがあるかを比較検討している。さらに、実験中に被験者の心拍間隔変動を計測し、両空間での作業における情動ストレスの違いについても比較している。

2. 実験方法

実験に用いた形状の3次元モデルおよびその実体の作成には、グラフィック・ワークステーション(シリコングラフィクス(株)Indy)上の3次元CAD((株)リコーDESIGNBASE V5)と光造形システム(シーメット(株)SOUP400GH-SP)を用いた。

一対比較に用いた形状は、これまでに被験者が見たことがない形状がふさわしいと考え、動的輪郭抽出法とオプティカルフローの協調的処理であるオプティカル・スネークによって得られた口唇輪郭の時系列変化を3次元形状化したデータ(図1(a))から口唇形状や重心位置の移動等の情報を省いたデータをもとに作成した[2]。図1(b)~(d)に実験に用いた対象形

Shape Evaluation in Virtual and Real Spaces Based on Sensory Evaluation and Heart Rate Variability

Masashi Okubo, Tomio Watanabe
Okayama Prefectural University
111 Kuboki, Soja, Okayama, 719-11, Japan

状の光造形品を示す。図1(b)は、図1(a)のデータをもとに、各画像フレームにおいてキャプチャリングした口唇輪郭の縦横比を変えずに、楕円に近似したもの(EI.)、図1(c)は図1(b)と同様に近似した楕円の中心を揃えたもの(Ec.)、図1(d)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。図2はディスプレイ上での一対比較のために、図1(d)のCc.と(b)のEI.の3次元形状データを上述の3次元CADソフトを用いてディスプレイ上に表示したものである。形状の表示は、実際の光造形品にできるだけ近い色にした。さらに2つの形状はマウスを用いて任意の大きさと角度で提示される。官能検査では光造形品とディスプレイ双方とも前述の3つの形状から同時に2つを被験者に提示し、どちらの形

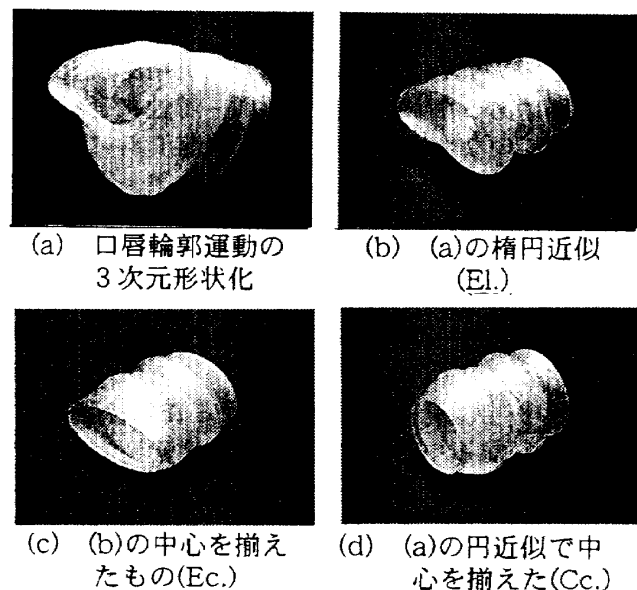


図1 実験に用いた対象形状

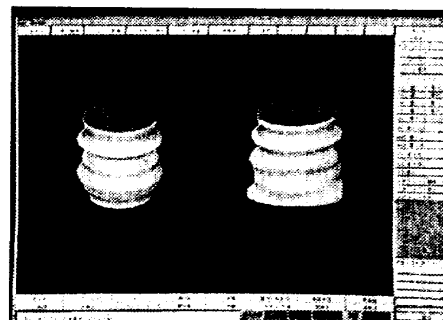


図2 3次元CAD上の対象形状

状を好むかを二者択一させた。さらに実験中、被験者の心電図波形をDATに記録した。被験者は形に造詣が深いと考えられるデザイン学部学生31人である。

3. 官能検査の統計的解析

表1(a)に光造形品の、(b)にディスプレイ上での一対比較実験の判定結果を示す。表中の数字は各行の形状に対する各列の形状の勝数つまり各行の形状をより好ましいと答えた被験者の数を示している。

表1 官能検査の結果とBradley-Terryモデル
(a) 実空間 (b) 仮想空間

	E1.	Ec.	Cc.	計	π_i
E1.		9	10	19	5.40
Ec.	22		13	35	11.19
Cc.	21	18		39	13.41

	E1.	Ec.	Cc.	計	π_i
E1.		10	10	20	4.88
Ec.	21		4	25	6.20
Cc.	21	27		48	18.92

これらの結果を用いて3次元形状の好ましさを定量的に評価するために、以下に示すBradley-Terryモデルを想定した[3].

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

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

($\pi_{j,i}$ の強さの量, P_{ij} がjに勝つ確率)

π_i 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を一義的に定めることができる。Bradley-Terryモデルの結果を表1に示す。ディスプレイ上と光造形品の双方の結果に顕著な差は見られず、Cc.が最も好まれ、つぎにEc.が好まれている。

さらに、このモデルの整合性を検定するのに、有意水準5%でまず適合度検定を行い、次にゆう度比検定を行った結果、表1(a)の光造形品における実験では、モデルは棄却されず、このモデルの整合性が保証され、強さ π_i が妥当であると判明した。一方表1(b)のディスプレイ上での実験では、モデルは却下され、特定の苦手関係があることが判った。

4. 心拍間隔変動に基づく情動ストレス評価

一対比較による官能検査における情動ストレス(内部状態)を客観的にかつ定量的に計測するには、生体が示す生理的反応を利用することが考えられる[4]。ここでは、そのような生体情報として心拍間隔(R-R間隔)のばらつきに着目した。心拍間隔のばらつきと情動との関係については、心拍間隔のばらつきが大きい

ればリラックス状態を、小さければ緊張状態を表すことが知られている。図3に心電図波形が良好に計測できた17人の被験者について実験中の心拍間隔のばらつきの平均値と標準偏差を示す。t検定の結果、有意水準5%で仮想空間での形状評価時の心拍間隔のばらつきが実空間でのそれに比べて小さく、緊張していることが明かとなった。この結果から、仮想空間での形状評価は作業負荷が大きいことが判る。

心拍間隔のばらつき[s]

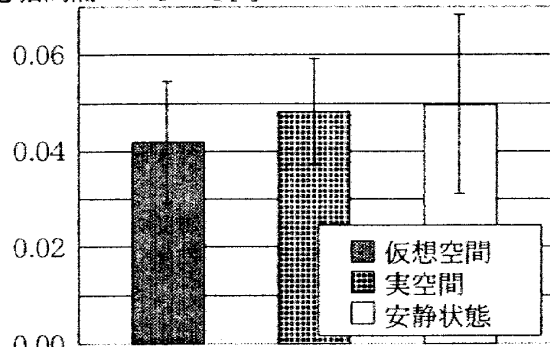


図3 心拍間隔のばらつきの平均値と標準偏差

5. 結言

仮想空間と実空間での形状の好ましさを比較検討するために、ディスプレイ上の形状とその光造形品の好ましさを一対比較により官能検査し、統計的に解析を行った結果、ディスプレイ上での形状と光造形品で同じ単純な構造の形状が好まれる結果を得たが、光造形品では形状の好ましきの強さが対象間に矛盾を生じることなく一義的に定まったのに対して、ディスプレイ上では本モデルの整合性が成り立たず、特定の苦手関係が生じた。これらの結果は、ディスプレイ上での形状評価では実体の形状評価とは違った結果を得る可能性が高いことを示すものである。また仮想空間での形状評価が実空間に比べて緊張を強いることが明かとなった。

参考文献

[1] M.Okubo,T.Watanabe : Sensory Evaluation of Preference of 3D Shape in Virtual and Real Environments,6th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication,pp.460-465 (1997).
 [2] 大久保・渡辺:オプティカルフローとスネークの協調処理による口唇運動の解析,情報処理 Vol.37 No.11, pp1054-1055(1996).
 [3] 渡辺:動画合成による歩行動作の自然さの評価,日本機械学会論文集(C編),54巻第502号, pp.1291-1296(1988).
 [4] 渡辺他:生体情報計測による音声対話における引き込み現象の分析,情報処理学会代52回全国大会講演論文集(2), pp.421-422(1996).