

視触覚立体像の拡大縮小がインタラクションに及ぼす効果

複雑理工学専攻 篠田・牧野研究室 47-156098 新井 綾太

指導教員: 篠田 裕之 教授

2017 年 3 月修了

Keywords: 立体映像, 空中触覚, 拡大縮小

1. はじめに

最近では HMD など、高品質な立体映像の視聴が可能になっている。そのため臨場感、没入感をさらに高める触覚提示技術についての開発が盛んにされている。

提示触感を映像に忠実にするべく、多くの研究が行われているが、立体映像を拡大縮小したときに触感がどうあるべきか、触感の付与がどのような効果があるかを検証した例はない(Fig. 1)。

立体映像はいつも等倍率ではない。提示環境、装置の都合など場所によって提示サイズが変わったり、映像表現として臨場感を増幅させるために拡大したり、操作の中でミクロ、マクロ的に映像を見るため拡大縮小したりと、拡大縮小サイズで立体映像を提示する場面は多々ある。

そこで先述したように本研究では倍率可変立体映像への触感について 2 つの検証をした。1 つ目は、同一触感での許容倍率。2 つ目は拡大縮小映像への接触感の付与効果である。

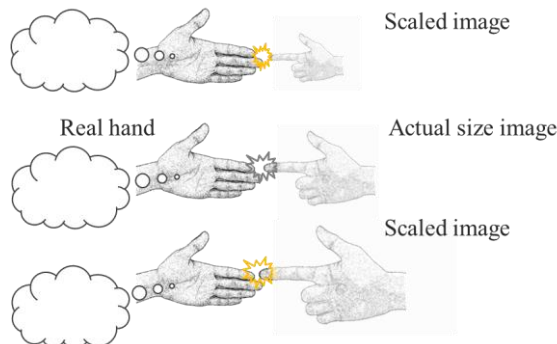


Fig.1 研究概要図

2. 同一触感での映像の許容倍率

まず、同じ触感で触覚フィードバックをリアルに感じられる映像倍率の許容範囲を検証した。以下に示すシステムを用いて、見た目、質量の異なる 3 種の球について被験者実験を行った。目的は、映像の拡大縮小の閾倍率を求めることである。

(ア) 検証に用いたシステム

このシステムはユーザが、自身の把持する棒と振り子の倍率可変な立体映像の衝突を、触感を伴って体験できるシステムである。振り子と衝突する棒 S と、把持する棒 D が触覚伝送装置[1]を介して接続されており、振り子との衝突をユーザが体験できる。振り子の立体映像は、フレネルレンズにより結像され、レンズの位置をずらすことで、結像倍率の異なる立体映像を提示することができる。

この実験では以下の Table 1 に示す 9 種の倍率を使用した。

Table 1 結像倍率と位置関係

m	a [mm]	b [mm]
0.3	600.0	200.0
0.4	490.0	216.2
0.6	410.0	236.5
0.8	350.0	262.5
1.0	300.0	300.0
1.2	275.0	330.0
1.5	250.0	375.0
1.8	233.3	420.0
2.1	220.1	471.0

振動刺激元として用いた球は、いずれも半径 20 mm (Iron 32.6 g, Wood (beech) 2.9 g, Polystyrene foam 0.18 g) である。これらを弧 200 mm の振り子として用い、最下点から 25° の角度で振り下ろした。

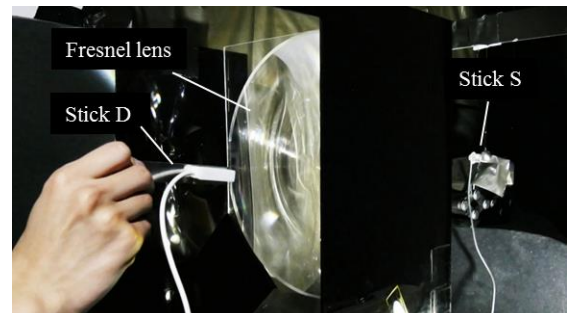


Fig. 2 検証システム

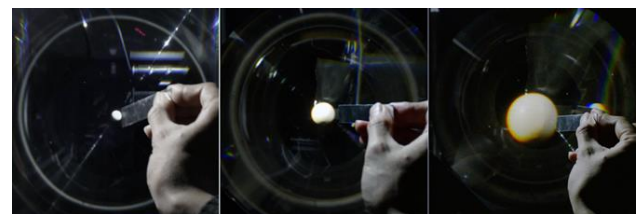


Fig. 3 異なる結像倍率の球 (wood) の立体映像

(イ) 心理物理学実験

予備手続き

触感強度は実物の衝突の強さに最も忠実な強さに設定した。これを確認するため各被験者は、実物の振

り子による触感強度と、伝送される触感強度が一致していることを確認した。

本実験

映像に対しての触感強度の違和感の有無を評価してもらった。Fig. 4 に示したシステムを使用したシステムと、観察できる像は Fig. 5 の様である。

3 種類のボールそれぞれで次のように行った。Table 1 の 9 種類の倍率をランダムに各倍率 10 回ずつ提示し、被験者は提示触感強度が、映像に合っているかどうか 2 択で答えてもらった。例えば被験者が違和感があると感じたら“ある”，それ以外は“ない”で答えてもらう。触感刺激は実験を通して一定にした。被験者は 10 名で、実験中衝突音が聞こえないようにヘッドホンでホワイトノイズを聞いてもらった。1 つのボールについて試行が終了したら、次の球での試行を行うまで 10 分休憩を取った。

(ウ) 実験結果

結果を Fig. 4 に示す。立体映像の拡大・縮小率を上げると違和感をもつ確率が高まる。またその傾向はボールの材質で異なる。この結果から、立体映像のスケールを変えると、触感強度にも修正が必要であることが言える。

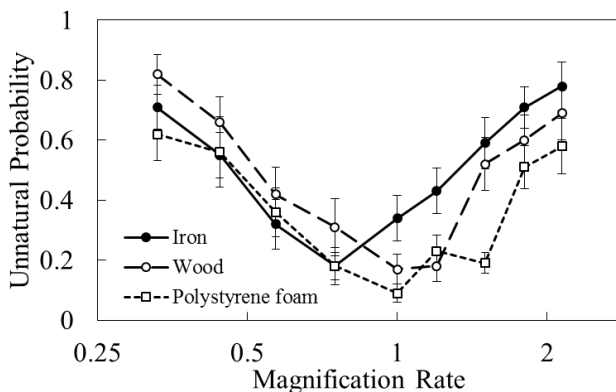


Fig. 4 違和感を感じた割合と映像倍率の関係

3. 拡大縮小立体映像への接触感付与の効果

(ア) 構築システム

拡大縮小した立体映像をユーザが接触感を伴って触れられるシステムを構築した。立体映像を結像するレンズ系を中央に配置し、その左右それぞれにワークスペースがある。そのワークスペースに接触感を生成できる AUTD ユニット[2,3]を配置することで、拡大縮小した実物体の立体映像に、接触感を伴って触れるシステムである。

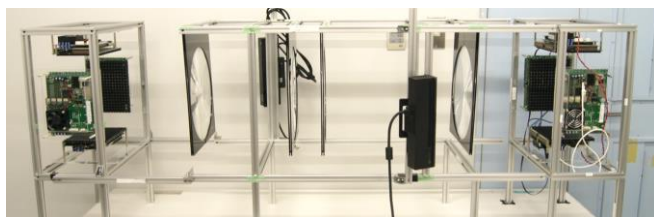


Fig. 5 構築システム

(イ) 被験者実験

以上のシステムを用いて被験者実験を行った。目的は、異なる倍率の立体映像における接触感付与の効果を検証することである。被験者は、実験者の手の立体映像とすり合う動作を行い、擦り合った相手の印象を 26 種の形容詞対(対人印象を検証した先行研究より抜粋[4,5])を用いて評価した。各被験者それぞれに、6 種類の立体映像(触感の有無、映像倍率(拡大、等倍、縮小))を提示し、それぞれ評価してもらった。ただし、各条件の印象評価が、実験者の見た目や繰り返しの試行により、影響を受けないように、被験者には実験者の見ただけを見せずに、「これから 6 人の人と触れ合ってもらおう」教示し、各条件を被験者ごとにランダムな順番で行った。

(ウ) 実験結果

以下に全形容詞対の中から、触感付与の効果が見られると、有意な傾向を以て言える形容詞対の評価を示す。触感付与の効果として見られる傾向として、2 種類ある。1 つ目は、各倍率において印象評価が増幅または減衰する形容詞対である。この傾向が見られたのは、「協調的な—マイペースな($F(2,42)=4.07, p<0.1$)」、「しつかりした—いい加減な ($F(2,42)=3.22, p<0.1$)」の 2 対だった。2 つ目は映像倍率より評価が増幅もしくは減衰に分かれるものである。この傾向が見られたのは「自信のある—自信のない($F(2,42)=3.22, p=0.06$)」と「責任感のある—責任感のない ($F(2,42)=3.22, p=0.07$)」の 2 対である。これ以外の形容詞対では、触感の付与による効果が見られなかった。

4. まとめ

本発表では、拡大縮小した立体映像に付加する触感と、触感の付加効果について検証した。1 つ目については、検証した全 3 種類の球において、同一触感での映像の閾倍率がわかった。これにより、同一触感である程度の倍率変化が許容されるが、映像倍率応じた触感調節の必要であることが示された。2 つ目の検証では、異なる映像倍率における触感付与の効果が分かった。

以上の検証より、立体映像への触感の付加について基本的な知見が得られた。

5. 参考文献

- [1] THECHTILE Toolkit. [Online]. Available: <http://www.techtile.org/en/techtiletoolkit/>, 2012
- [2] Iwamoto, T., Tatzono, M., & Shinoda, H. Non-contact method for producing tactile sensation using airborne ultrasound. In International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications. pp. 504-513. Springer Berlin Heidelberg (2008).
- [3] Inoue, S., Makino, Y., & Shinoda, H. Active touch perception produced by airborne ultrasonic haptic hologram. In World Haptics Conference (WHC), 2015 IEEE. pp. 362-367. IEEE (2015).
- [4] 特性形容詞尺度(林,1978)
- [5] 親愛感の知覚における視覚・聴覚・触覚の間の優先関係(松尾,1994)