

視覚と聴覚のクロスモーダル効果による疑似触覚提示

江口 明日翔

1. はじめに

近年、仮想現実（VR）や拡張現実（AR）の発展により、身体に触れずに触覚刺激を提示する疑似触覚提示技術への関心が高まっている。特に、視覚や聴覚などの感覚情報を統合することで、触覚刺激を知覚させるクロスモーダル効果（CM 効果）による手法が注目されている。近藤ら [1] は視覚刺激と聴覚刺激を用いてザラザラ感と粘り感の 2 種類の疑似触覚提示を行っている。

本稿では、視覚刺激と聴覚刺激を用いて 4 種類の素材を疑似触覚として提示するシステムを試作し、その触覚の認識精度を検証する。

2. 疑似触覚提示システムの設計と実装

システムの外観を図 1 に示す。

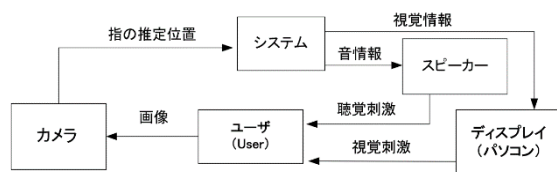


図 1 システムの外観

本システムは、MediaPipe Hands を用いた手指トラッキング、素材に応じた視覚刺激および音刺激の提示によって構成される。人差し指先端の位置と移動速度を実時間で取得する。視覚刺激として画面上に素材画像（布、金属、水、砂、無し）を表示し、指が接した箇所に、素材毎に異なる視覚効果（波紋や変形）を提示する。聴覚刺激として、素材毎に録音された擦り音を再生し、素材に接した指の移動速度に応じて音量や再生速度を変化させる。図 2 は素材画像の一覧である。

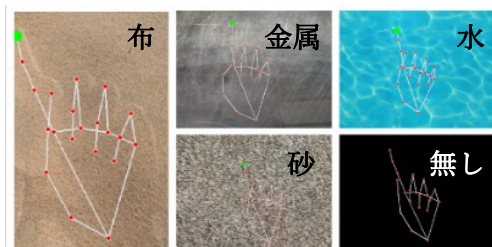


図 2 5つの素材画像

3. 評価実験

本実験では、各素材（布、金属、水、砂）がクロスモーダル効果による疑似触覚によりどの程度正

確に知覚されるかを主観的に評価する。被験者内設計を採用し、視覚＋聴覚刺激、視覚刺激のみ、聴覚刺激のみ、刺激なしの 4 条件を用意する。刺激なしでは、黒画像を表示し、擦り音の再生は行わない。全ての素材を各条件下で切り替えながら提示する。

被験者は 20 代の学生 10 名を対象とし、各条件において提示される素材を指で擦る課題を行い、各条件各素材で「触れた感覚の強さ」を 0～10 の 11 段階で評価する。更に、感覚として最も近かった素材 4 種類と「よくわからない」を加えた 5 択に回答する。なお、回答の際には各刺激の提示は無い状態であり、条件と素材の提示順序はランダムとする。

4. 結果

結果を表 1 に示す。感覚の強さについて、視覚＋聴覚刺激条件は高い結果となった。一方、単独の刺激条件では半分を下回る 4 程度、刺激なし条件では 0 であった。クロスモーダル効果の一致率について、視覚＋聴覚刺激条件で最も高く、単独の刺激条件では素材により高い値であった。

表 1 アンケート結果

条件	触覚の強さ (平均)	CM 効果 一致率 (%)
視覚＋聴覚刺激	7.2	97.5%
視覚刺激のみ	4.0	90.0%
聴覚刺激のみ	4.3	92.5%
刺激なし	0.0	—

5. 考察とまとめ

視覚刺激と聴覚刺激の同時提示条件では、触覚の強さの平均値が最も高く、CM 効果の一致率も高い値であった。一方、視覚刺激または聴覚刺激のみの条件では感覚の強さ、一致率ともに低下した。これらの結果から、視覚刺激と聴覚刺激の統合が触覚の感覚を強め、素材の違いを直感的に伝える効果があることが示唆された。

【参考文献】

- [1] 山口健太郎, 関口大輔, 廣瀬通孝. クロスモーダルな視覚・触覚情報提示による疑似触覚の生成, 情報処理学会 2025 インタラクション 1B-23.