



音・振動アイコンに対する感情反応の探求

Exploration of emotional response to the sound and vibration icons

佐竹茉莉花¹⁾, Browning Aaron Michael²⁾, 何昕霓³⁾
Jasmine Satake, Browning Aaron Michael, Hsin-Ni HO

1) 九州大学 芸術工学部 (〒815-0032 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1)

2) 九州大学 芸術工学府 (〒815-0032 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1)

3) 九州大学 大学院芸術工学研究院 (〒815-0032 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1)

概要：心臓の鼓動が生命を象徴することなどのように、振動は、覚醒的で、快・不快の感情を引き起こすことが知られている。本研究では、音・振動アイコンによる感情変化の効果において、触覚が象徴性を持つかどうかを調査し、その特性が振動を駆動する音とは異なるのかを探究する。実験では、音から駆動する音・振動刺激を用い、振動のみ、音のみ、両刺激の各条件において刺激を提示し、感情価や覚醒度の評価を行なった。本研究により、視聴覚のキャパシティを広げる新たな体験のデザインや、映像体験等の体験向上への寄与が期待される。

キーワード：触覚アイコン、振動刺激、感情反応

1. はじめに

1.1 背景

近年、デジタルテクノロジーの進化とともに、ゲームや映像体験において、視覚や聴覚だけでなく、触覚を用いた体験が可能となり、その重要性が増している。触覚刺激は、人間の感情や認知に深く影響を与え、たとえば、振動刺激は覚醒度合いに大きく影響することが知られている[1]。このような振動刺激は、ユーザーがゲームや映像体験をよりリアルに、より深く体験するための重要な要素となっている。

1.2 触覚の象徴性

視覚において、赤い色は「情熱」、青い色は「冷静」など、色から感情イメージを受け取ることができる[2]。また、聴覚においても、「明るい」音色、「快い」音色などの、いわゆる「音色表現用語」が存在する[3]。触覚の場合、心臓の鼓動が生命を象徴することなどのように、触覚刺激にはある種の象徴性が存在することが示唆されている[4]が、それが音や色に見られるような明確なものであるかは依然として判明していない。Macdonaldらは、温度刺激と単純な振動刺激を組み合わせ、感情反応に関する調査を行った結果、現実世界の現象を想起するような刺激が感情反応の変化を引き起こしやすいと明らかにした[5]。しかしながら、音楽によって駆動されるような複雑な振動刺激がどのような感情反応を引き起こすかについてはいまだ明らかに

なっておらず、振動刺激をはじめとした触覚フィードバックがどのような象徴性を持つかについては、多くの議論の余地が存在する。

1.3 研究目的

本研究の目的は、振動による感情反応を調査することにより、触覚刺激における象徴性を明らかにすることである。触覚の象徴性を明らかにすることで、ゲームや映像体験における表現の幅の広がりおよび視聴覚に障害を持つ人々の体験向上に大きく寄与できることが期待される。

本研究では、振動刺激が感情に与える影響を明らかにするために、触覚アイコンを作成し、これを用いた実験を行う。具体的には、この触覚アイコンが象徴性を持つかどうかを調査する。もしそのような特性が存在するならば、それらの特性が振動を駆動する音とは異なるのか、また、振動刺激と音が組み合わせられた場合に何が起こるのかを探究する。

2. 触覚提示システムの構成

本研究では、触覚刺激を提供するために、10Hz から300Hzの周波数で振動する振動アクチュエータ(Drake LF 8.0Ω, Titan haptics社)を使用した。このアクチュエータは、参加者の手首に装着され、実験中には、音源と連動した振動を提供するように、増幅器を介して接続された。装着時

には、アクチュエータがしっかりと固定されるように、ハンドサポータを用いて調整し、参加者が快適に感じるよう配慮した。触覚刺激はコンピュータを介して操作され、各音源に応じた異なる振動パターンを提示した。触覚刺激は、音刺激と同時に提示可能であり、音刺激はヘッドホンを通じて提供された。

3. 実験

3.1 参加者

本研究には、合計8名の参加者(男性5名、女性3名)が参加した。参加者の年齢は20歳から26歳まで(平均年齢 = 21.9, 標準偏差 = 1.8)であった。参加者は、実験の目的および手順について事前に説明を受け、書面による同意を得た上で参加した。本実験は校内の実験倫理委員会の許可のもとで行われた。

3.2 実験刺激

使用した音源は VGMIDI データセット[6]である。本データセットはビデオゲームのサウンドトラックをピアノアレンジした楽曲で構成されており、感情価評価と覚醒度評価に従ってアノテーションされた 200 の MIDI 楽曲が含まれる。本研究では、データセットのアノテーションに従い、高感情価-高覚醒度(V+A+), 高感情価-低覚醒度(V+A-), 低感情価-低覚醒度(V-A-), 低感情価-高覚醒度(V-A+)の 4 象限に分け、各象限から 4 曲ずつ選定した。実験に用いた音源の感情価評価と覚醒度評価を図 1 に示す。

各音源の再生時間は、音源のフェードインが開始するまでの再生時間が 10 秒程度となるよう調整し、総再生時間は、平均約 15 秒であった。また、実験中は、環境音を排除し、参加者がリラックスした姿勢で実験に臨むように統制した。実験の様子を図 2 に示す。

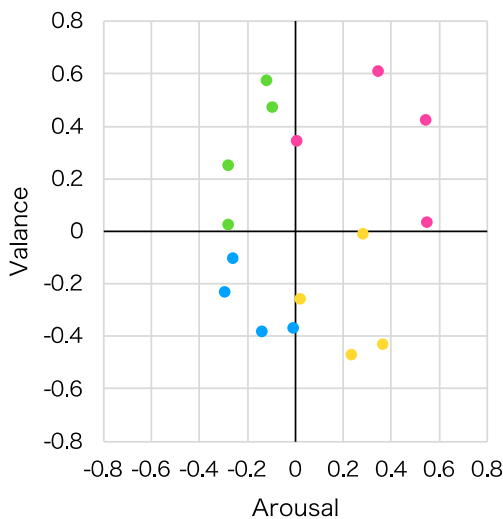


図 1 選択した音源の感情価-覚醒度評価



図 2 実験の様子

3.3 実験デザイン

本研究では、3つの条件(音, 触覚, 音と触覚)と4つの感情象限(V+A+, V+A-, V-A+, V-A-)の混合要因デザインを採用した。条件および感情象限は実験参加者内要因とした。独立変数は条件と感情象限であり、従属変数は感情価評価と覚醒度評価である。各参加者は全ての条件を経験し、各条件下で全ての感情象限に対する評価を行った。

3.4 実験手順

実験は静かな環境で行われ、外部の音や振動が遮断された環境で実施された。各参加者はランダムな順序で3つの条件(音, 触覚, 音と触覚)を体験した。音の条件ではヘッドホンを通じて音声刺激が提示され、触覚の条件では、参加者はヘッドホンを通じて提示されるホワイトノイズにより周囲の音を遮断された上で、触覚デバイスを通じた触覚刺激が提示された。音と触覚の組み合わせ条件では、両方の刺激が同時に提示された。各条件下において、各刺激はランダムに提示された。参加者は4つの感情象限(V+A+, V+A-, V-A+, V-A-)に対応する刺激を受け、刺激の提示後、参加者は質問票に回答した。

3.5 評価手法

1 試行毎に、刺激の提示後、参加者は質問票にて THE SELF-ASSESSMENT MANIKIN (SAM) [7]で感情価(図 3)と覚醒度(図 4)を 5 段階で回答した。また、音や振動の強さおよび大きさについて、5 段階で回答した。参加者は、質問の最後に、刺激を表す形容詞やオノマトペなどを日本語で自由に記述した。

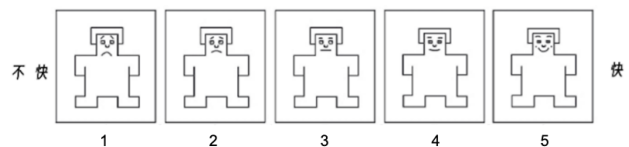


図 3 感情価を表す SAM

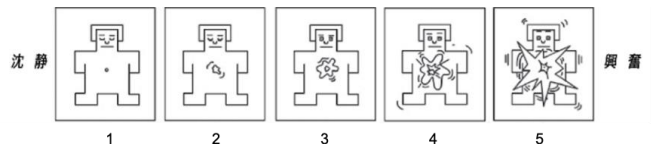


図 4 覚醒度を表す SAM

4. 結果

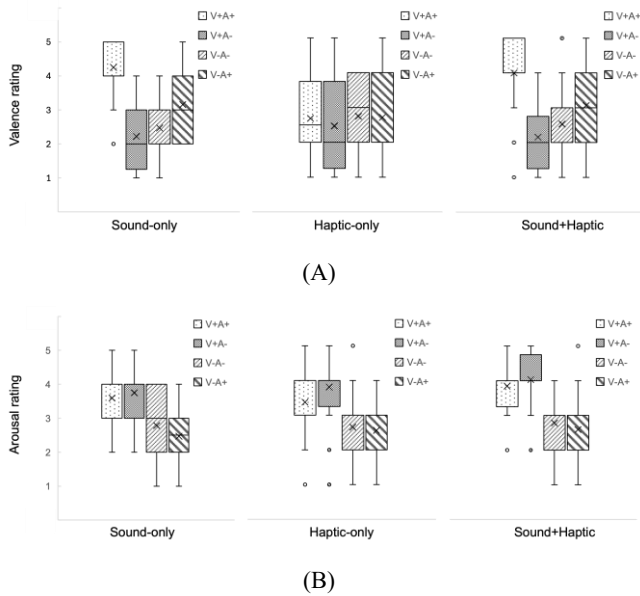


図5 感情価の評価結果(A)と覚醒度の評価結果(B)

図 5(A)および(B)は、感情価と覚醒度の評価結果を、箱ひげ図として示したものである。

また、感情価と覚醒度の評価について、条件（音，触覚，音と触覚）および感情象限（V+A+，V+A-，V-A+，V-A-）を独立変数とし、感情価度および覚醒度を従属変数とする分散分析を実施した。

まず、感情価度について分散分析を行なった結果として、条件($F(2, 420) = 5.316, p = 0.005$)，感情象限 ($F(2, 420) = 33.144, p < 0.01$)，および両者の交互作用 ($F(6, 420) = 6.166, p < 0.01$) に有意な効果が認められた。

各感情象限内で条件の単純主効果を検討した結果、条件は(V+A+)において有意な効果を示し、触覚の感情価評価 (Mean = 2.72) は音 (Mean = 4.22) および音と触覚の併用条件 (Mean = 3.97) よりも低かった。さらに、各条件内で感情象限の単純主効果を検討した結果、感情象限は音条件および併用条件の両方で有意な効果を示したが、触覚条件では有意な効果は認められず、触覚条件の平均感情価は、2.72 (V+A+)，2.47 (V-A+)，2.64 (V-A-)，および 2.72 (V+A-) であった。これらの結果は、触覚フィードバック単独では、高覚醒度および高感情価の刺激に対して、音および音・振動アイコンと比較して低い感情価評価を提供する傾向があることを示唆している。加えて、触覚フィードバック単独では、音および音・振動アイコンと比較して、刺激の感情価を伝える効果が低いことが示唆された。

また、覚醒度についても同様に分散分析を実施した。その結果、感情象限($F(3, 420) = 61.94, p < 0.001$) に有意な効果が認められた。条件の効果に有意差はみられなかったが、併用条件では V+A+ および V-A+ の象限で高い覚醒度評価を生じる傾向があった (図 5(B)参照)。これらの結果は、現在のデータが高覚醒度の感情象限において、音・振動アイ

コンによる高い覚醒度評価の傾向を示している一方で、触覚フィードバックが覚醒度評価に与える効果についての決定的な結論を引き出すにはデータ数が不十分であることを示唆している。

5. 考察

本研究では、音，触覚，およびそれらの組み合わせが感情の知覚に与える影響を、感情価と覚醒度の評価に焦点を当てて調査した。図 5(A)および(B)で示した結果は、触覚フィードバックが音およびその組み合わせと比較してどのように異なるかについて価値ある知見を示す。

感情価に関しては、触覚フィードバックのみの場合、高感情価-高覚醒度の象限 (V+A+) での評価が音および音・振動アイコンに比べて低くなった。これは、触覚フィードバックが単独ではポジティブな快感度を伝えるのに効果的でないことを示している。

覚醒度に関しては、条件の効果は統計的に有意ではなかったが、音・振動アイコンにおいて、高覚醒の象限 (V+A+ および V-A+) でより高い覚醒度の評価を生み出す傾向があった。これは、触覚フィードバックが覚醒度の知覚を高める潜在的な役割を持つことを示唆しているが、決定的な結論を得るためにはさらなるデータが必要である。

さらに、刺激に関する記述回答式の質問では、音条件や併用条件だけでなく、振動条件でも形容詞や具体的な状況を示す言葉が見られた。例えば、振動条件のあるひとつの刺激に対し得られた、「荘厳な」、「誰もいない洋館」、「じーん、ずん」などの言葉である。このように、異なる実験参加者から類似性のある表現用語が得られることは、触覚刺激に象徴性が存在することの可能性を感じさせた。対して、同じ振動刺激に対して「ポップな感じ」、「緊張」などの、意味の大きく離れた言葉が記述されることもあった。これは、振動刺激が象徴性を持ちやすいものとそうでないものに分類可能であることを示唆している。

総じて、触覚フィードバックは感情の知覚に影響を与えるが、他の感覚入力と組み合わせることでより効果的になる。これらの発見を検証し、感情コミュニケーションにおける触覚フィードバックの最適化を図るためには、より大規模なサンプルサイズでのさらなる研究が必要である。

6. まとめ

本研究では、触覚フィードバックの持つ象徴性の存在を、音・振動アイコンを通じて探求した。感情価および覚醒度に関する評価の結果、触覚フィードバックは感情の知覚に影響を与えることが明らかとなった。加えて、刺激に関する記述の中に、触覚刺激から特定の感情を想起したとする回答がいくつかみられたことから、触覚フィードバックに象徴性が存在する可能性も示唆されたが、一般化および具体化を行うためには、より大きなサンプルサイズで実験を行う必要がある。

謝辞 本研究を進めるにあたり、実験参加者として快くご協力いただいた皆様に対し、心より御礼申し上げます。また、実験の様子を視覚的に理解しやすくするために素晴らしいイラストの図を提供してくださった京都精華大学のS.A.さんに、深く感謝いたします。

参考文献

- [1] H. Hasegawa, S. Okamoto, K. Ito, and Y. Yamada, "Affective Vibrotactile Stimuli: Relation between Vibrotactile Parameters and Affective Responses," *Int. J. Affect. Eng.*, vol. 18, no. 4, 2019,
- [2] P. Valdez and A. Mehrabian, "Effects of color on emotions.," *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 123, no. 4, 1994,
- [3] 難波精一郎, "音色の定義を巡って," 1993, 一般社団法人 日本音響学会: 11.
- [4] 渡辺淳司著. 情報を生み出す触覚の知性: 情報社会をいきるための感覚のリテラシー, 増補版. Kyōto: 化学同人, 2024.
- [5] S. A. Macdonald, F. Pollick, and S. A. Brewster, "The Impact of Thermal Cues on Affective Responses to Emotionally Resonant Vibrations," in *Proceedings of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction*, Bengaluru India: ACM, Nov. 2022.
- [6] L. N. Ferreira and J. Whitehead, "Learning to Generate Music With Sentiment," 2021, *arXiv*.
- [7] M. M. Bradley and P. J. Lang, "Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential," *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 25, no. 1, Mar. 1994,