



耳孔摩擦刺激による聴覚コンテンツの感情変化

後藤優太¹⁾, 岡本正吾¹⁾

Yuta GOTO, and Shogo OKAMOTO

1) 東京都立大学 システムデザイン研究科 (〒 191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, info@jmq.tmu.ac.jp)

概要: 視聴覚コンテンツと同時に身体へハプティック刺激を提示して、視聴覚コンテンツの感情効果を高める研究では、ハプティック刺激として上体への振動刺激が用いられることが多い。本研究では外耳孔への擦り刺激が、聴覚コンテンツに及ぼす感情的影響を調査した。音刺激体験中に外耳孔へ擦り刺激を受けることで、参加者は、リラックス・心地よい・楽しい・眠いといったポジティブまたは非覚醒的な感情をより強く感じ、反対に不快感・恐怖感といったネガティブな感情をより弱く感じた。本研究の成果はエモーショナル・ハプティクス of 新しいインターフェースの開発に役立つ。

キーワード: 感情, 自然音, 快感情

1. 緒言

人体へのハプティック刺激は、視聴覚コンテンツを体験する際のユーザの感情に影響を与える [1]。現状、視聴覚コンテンツと同時に提示される触刺激として振動刺激が用いられることが多いが、この振動刺激は覚醒状態を呼び起こすものであり非覚醒状態を効果的に誘導できない可能性がある。本研究では、外耳孔付近を擦る刺激が、聴覚コンテンツに及ぼす感情的効果を調査した。多くの研究では刺激を与える部位として胴体や手を選択しているが、外耳孔を刺激提示部位とした研究はほとんどない。外耳には迷走神経が分布している。外耳孔への空気圧迫刺激が心拍数を低下させた例もあり [2]、外耳孔への刺激は感情的効果を誘発するための部位として胴体の代わりとなる可能性がある。また先の多くの研究が触刺激として振動刺激を用いたのに対し、われわれは擦り刺激を用いた。腕への擦り刺激は心地よさを喚起する [3]。例えば [3] では、擦り刺激が振動刺激よりも主観的心地よさを上昇させ、心拍変動を上昇させた。したがって外耳孔への擦り刺激は振動刺激と異なる感情的効果がある可能性がある。

われわれの先の研究 [4] では、心地良さ・リラックスを喚起する音を主に含む 3 音のみを用いて実験を行った。それに対し本研究では、心地よさ・リラックス・恐怖・不快感を含む 6 音を実験に使用した。よって本研究では聴覚コンテンツに対する外耳孔への擦り刺激の、より一般的な感情的効果を検証することができた。本研究の成果はエモーショナル・ハプティクス of 新しいインターフェースの開発に寄与する。

2. 実験方法

2.1 実験装置

実験セットアップを図 1 に示す。外耳孔へ擦り刺激を与えるために、3D プリンタで作成された樹脂棒を用いた。樹脂

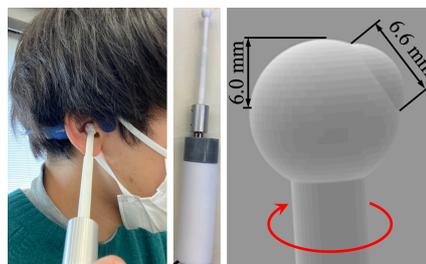


図 1: 左) 実験の様子. 中央) 刺激子全体. 右) 刺激子の先端および回転方向

棒は DC モータ (TG-47G-SG, ツカサ電工, 日本; 減速比: 50) に接続した。モータへは、モータコントローラ (SyRen 10, Dimension Engineering LLC., USA) を用いて速度指令値を与えた。参加者は音刺激を骨伝導イヤホン (Aeropex, Shokz, USA) を通して聴いた。

2.2 実験に用いた音刺激

IADS-E [5] または Youtube (Google, LLC., USA) から選択した、快または不快な感情を喚起する 6 音源を使用した。音はそれぞれ、風の吹く洞窟内の音 (以下で使用する名称: Fear 1), モンスターの泣き声 (Fear 2), しとしと降る雨の音 (Rain), 耳付近で録音したシャンプーの音 (Shampoo), マーカーペンで紙をひっかく音 (Marker pen), 蚊の飛び回る音 (Mosquito) であった。Fear 1, Fear 2, Marker pen, Mosquito は不快かつ覚醒的な感情を、Rain および Shampoo は快かつ非覚醒的な感情を喚起した。それぞれの音のサンプリング周波数は 44100Hz で、再生時間は 30 秒だった。

2.3 実験に用いた擦り刺激

DC モータに取り付けられた樹脂棒は音刺激の音量に合わせて回転した。DC モータの回転速度指令値は音の波形データから以下の手順で作成した。まず摩擦刺激が提示される耳に対応するオーディオチャンネルの波形データを抽出

した。次にその絶対値を計算し、MATLAB (MathWorks, Inc., USA) の envelope 関数を用いてその波形の包絡線を取得した。これをモータへの速度指令値とした。

2.4 実験参加者

実験参加者は、本大学に通っている 20 代前半の男女 12 名であった。すべての参加者は実験の目的を知らなかった。

2.5 実験手順

参加者は 6 種類の音それぞれについて、2 つの条件で音刺激を体験した。ある条件では音刺激のみが提示され、別の条件では音刺激と触刺激が同時に提示された。ある音について、まず、いずれかの条件で音刺激が 30 秒間提示され、1 分間のインターバルの後に、別の条件で音刺激が提示された。

ある音刺激を 2 条件で体験した後、参加者はアンケートに回答した。参加者は、8 個の感情項目について、体験した 2 条件のうち、どちらの条件でよりその感情を感じたかを選択した (二者択一課題)。調査された感情項目は、目が覚めている (awake)・楽しい (joyful)・心地よい (pleasant)・リラックスしている (relaxed)・眠い (sleepy)・憂うつな (depressed)・不快な (unpleasant)・恐怖な (afraid) であった。これらの項目はラッセルの円環モデル [6] から抽出された。

2.6 データ分析

全 6 音のアンケート結果について、各感情項目ごとに、参加者が音 + 触刺激条件を選択した割合を計算し、その平均値を求めた。Bonferroni 補正した二項検定で、個々の割合が 0.5 と有意に異なるかどうかを調査した。

3. 結果

図 2 に、6 音を通して参加者が音+触刺激条件を選択した割合の、各感情項目ごとの平均値を示す。音+触刺激条件で参加者はよりリラックス ($z = 4.01, p = 0.0005$), 心地よさ ($z = 3.77, p = 0.0013$), 眠さ ($z = 3.06, p = 0.0175$), 楽しさ ($z = 3.30, p = 0.0077$) を強く感じた。反対に音のみ刺激条件で、より不快感 ($z = 3.77, p = 0.0013$), 恐怖感 ($z = 4.01, p = 0.0005$) を強く感じた。

4. 議論

先行研究 [4] では、快感情を喚起する音を調査に含んでいたが、不快感を喚起する音は含まなかった。それに対し、今回は不快かつ覚醒的な音も含む 6 音を実験に使用した。実験の結果、聴覚コンテンツ視聴時に参加者は、不快音を含まなかった先行研究 [4] と同様に音 + 触刺激条件で、楽しさ・心地良さをより強く感じた。これは、聴覚コンテンツ使用時の外耳孔への擦り刺激を加えることによる心地良さの向上が、不快音にも適応可能である可能性があることを示す。

5. 結論

外耳孔への擦り刺激は、快または不快な感情を喚起する 6 個の音源視聴中の参加者の、「楽しい」・「心地よい」・「リラックスしている」・「眠い」といったポジティブまたは非覚

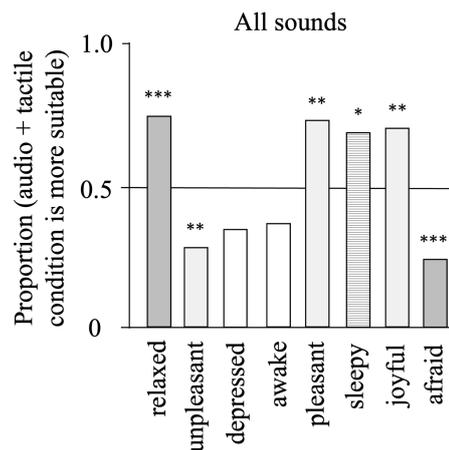


図 2: 各音ごとに得られた 8 個の感情項目ごとに、音+触刺激条件が選択された割合の平均値。***, ** および * はそれぞれ、有意確率が $p < 0.001$, $p < 0.01$, $p < 0.05$ で割合が 0.5 (50%) と有意に異なることを示す。

醒的な感情をより強め、「不快な」・「恐怖な」といったネガティブな感情をより弱めた。

参考文献

- [1] G. Karafotias, A. Teranishi, G. Korres, F. Eyssele, S. Copti, and M. Eid, "Intensifying emotional reactions via tactile gestures in immersive films," *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, vol. 13, no. 3, pp. 1–17, 2017.
- [2] H. J. Lee, S. Wi, S. Park, B.-M. Oh, H. G. Seo, and W. H. Lee, "Exploratory investigation of the effects of tactile stimulation using air pressure at the auricular vagus nerve on heart rate variability," *Annals of Rehabilitation Medicine*, vol. 47, no. 1, pp. 68–77, 2023.
- [3] C. Tricoli, I. Croy, S. Steudte-Schmiedgen, H. Olausson, and U. Sailer, "Heart rate variability is enhanced by long-lasting pleasant touch at ct-optimized velocity," *Biological psychology*, vol. 128, pp. 71–81, 2017.
- [4] Y. Goto and S. Okamoto, "Stroking stimuli to ear induces pleasant feelings while listening to sounds," in *International Symposium on Affective Science and Engineering*, 2023, p. AM-1B-3.
- [5] W. Yang, K. Makita, T. Nakao, N. Kanayama, M. G. Machizawa, T. Sasaoka, A. Sugata, R. Kobayashi, R. Hiramoto, S. Yamawaki *et al.*, "Affective auditory stimulus database: An expanded version of the international affective digitized sounds (IADS-E)," *Behavior Research Methods*, vol. 50, pp. 1415–1429, 2018.
- [6] J. A. Russell, "A circumplex model of affect." *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 39, no. 6, p. 1161, 1980.