



揺動空気噴流による触覚提示手法の基礎検討

Basic Study on Haptics Presentation Method Using an Oscillating Air Jet

柴尾 亮成¹⁾, 嵯峨 智²⁾

Akinari SHIBAO and Satoshi SAGA

1) 熊本大学 自然科学教育部 (〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2 丁目 39 番 1 号, shibao@saga-lab.org)

2) 熊本大学 先端科学研究部 (〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2 丁目 39 番 1 号, saga@saga-lab.org)

概要: 我々は、音楽体験の向上を目指し、揺動空気噴流を用いた臨場感提示手法を開発し、再現性を心理物理実験を通して評価を行ってきた。しかし、この評価から大型の振動子を用いた手法よりも触覚刺激の強度が不足するという課題が挙げられた。臨場感提示に十分な空気噴流の触覚刺激の強度を調査するために空気噴流の噴射口と噴射があたる面での刺激を計測、調査した。本稿では、空気噴流を定量的に評価した結果について報告する。

キーワード: 空気噴流, 触覚, 計測

1. はじめに

近年、ストリーミング配信や動画共有サイトの普及により、多様な音楽を聴く機会が圧倒的に増加し、音楽をいつでもどこでも楽しめるようになった。しかし、音楽ライブのように大音量の音とともに振動を感じる音楽体験はいつでもどこでもというわけにはいかない。音楽ライブなどでは音楽を聴くだけでなく、振動を感じることで臨場感が大きくなり体験はより没入性の高いものとなる。音楽に振動を加えることで臨場感や迫力といった印象が強調されるという知見もある [1]。このような音楽体験は、現地を訪れなければ体験することができない。さらに、現在猛威を奮っている COVID-19 の影響で音楽ライブの開催が難しい状況となっている。そのため、音楽に振動を加える音楽体験を現地でなくても楽しめる体験が求められている。

音楽と振動を組み合わせ装置はこれまでに様々なものが登場している。多数のスピーカをジャケットに取り付けた LIVEJACKET [2] や DC モータと高剛性の糸を用いてモータが発生する張力で常に振動を与え続ける Hapbeat [3] が挙げられる。このように、音楽に振動を加える手法は主に振動子やモータを用いたものが多い。振動子を用いると、装置の規模が大きくなり、身体との接触面積が大きくなるという課題が存在する。また装着する装置の重量が大きくなる。星野ら [5] は、シャワーの水圧によって生じる触覚刺激を利用し音楽と同期させることで音楽体験の向上させた。使用場所が浴室に限られるが、身に纏う物なしでの触覚振動提示を可能にした。

このような音楽体験を実現することを目的とし、我々は空気噴流を用い身体に非接触で振動刺激を与える装置を提案している [6]。本稿では、この空気噴流による振動提示装置を用いた際に、必要な刺激強度を調査した。噴射口と噴

射を受ける部位での刺激を計測した結果を報告する。

2. 空気噴流を用いた振動提示手法とその課題

本節では、我々がこれまでに提案している空気噴流による振動提示手法を簡易的に説明し、その問題点に触れる。

提案手法では、エアコンプレッサで圧縮した空気をチューブを介して空気噴流による刺激を与える。空気噴流の流れはソレノイドバルブを用いて刺激のオンオフを切り替え制御する。音楽の演奏情報データに対応した刺激を与える設計となっている。

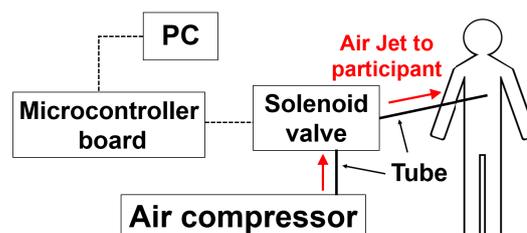


図 1: System configuration

この提案手法と大型の振動子を心理物理実験を行い比較した結果、ライブ会場を模した大型振動子を用いた手法よりも強度が劣ることがわかっている。しかし、空気噴流による手法の強度を改善する余地があると考えた。考えられる課題は、空気噴流の噴射時間と噴射距離が刺激強度にどのように関係しているかである。噴射時間の長さや刺激強度が比例しないということがわかっている。さらに、噴射口と空気噴流刺激を受ける面の距離との関連を調査する。

3. 実験

3.1 実験目的

提案手法である空気噴流による振動刺激の強度を測定するために実験を行う。噴射口と空気噴流刺激が当たる面での気圧の変化を見ることで、どのような制御が適しているか調べる。噴射時間と気圧の変化、噴射距離と気圧の変化を見て適切な空気噴流の制御時間と噴射距離を調査する。

3.2 実験内容

エアコンプレッサ (アネスト岩田コンプレッサ株式会社, FX7401) から 0.7MPa 供給する。空気噴流の噴射口であるチューブを固定し、空気噴流振動を生成する。噴射口からの空気噴流振動を気圧センサ (Infineon, DPS368) で測定する。センサを板に固定し、噴射口とセンサの距離の変化によってどのような変化が起こるかを調べる。距離は、5 mm, 15 mm, 25mm, 35mm, 50 mm, 100 mm, 200 mm で行った。実験の様子を図 2 に示す。

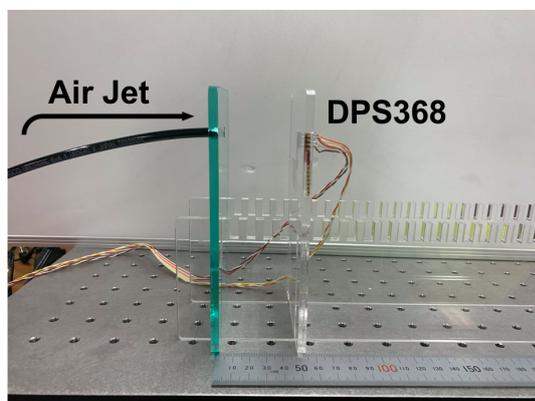


図 2: Condition of the experiment

3.3 実験結果

センサで測定した気圧のピーク値と通常時との差の平均をとった。それを距離ごとにわけてグラフにし、図 3 に示す。

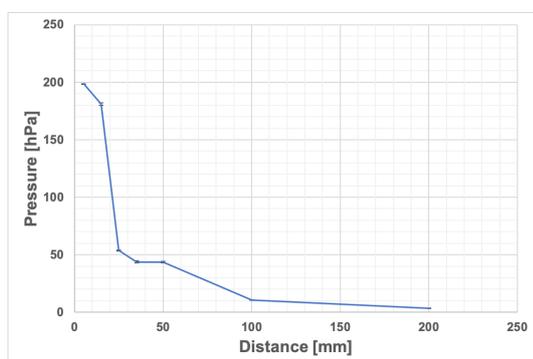


図 3: Result of experiment

図 3 より、25 mm で大きく値が小さくなっている。このことから空気噴流刺激は 25mm 以下であることが望ましいことがわかる。また、100mm を超えた辺りからはあまり変化が見られない。空気噴流が拡散し、あまり強い強度が生

成できていないことがわかった。このことから、至近距離で空気噴流をユーザで当てる場合は 25 mm より近い距離で行うと大きい力で空気噴流刺激を与えることができるとわかった。さらに、100 mm 以上の比較的遠い距離で空気噴流刺激を用いる場合は、それ以上の距離はあまり変化が見られないということもわかった。

参考文献

- [1] 井手口健, 難波朋和, 古賀広昭: 音楽聴取時に振動触覚を付与することにより音楽の印象を強調する方法に関する検討, 電子情報通信学会論文誌 A vol. 83, No. 7, pp. 924–927, 2000,
- [2] Hashizume Satoshi, Sakamoto Shinji, Suzuki Kenta and Ochiai Yoichi: LIVEJACKET: Wearable Music Experience Device with Multiple Speakers, International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions, pp359–371, 2018.
- [3] Maria Karam, Frank Russo, and Deborah Fels: Designing the model human cochlea: An ambient cross-modal audio-tactile display. Haptics, IEEE Transactions on, Vol. 2, pp.160–169, 2009.
- [4] Yusuke Yamazaki, Hironori Mitake, Ryuto Oda, Hsueh-Han Wu, Shoichi Hasegawa, Minatsu Takekoshi, Yuji Tsukamoto, and Testuaki Baba: Hapbeat: Single dof wide range wearable haptic display, In ACM SIGGRAPH 2017 Emerging Technologies, SIGGRAPH '17, 2017.
- [5] 星野圭祐, 高下昌裕, 蜂須拓, 小玉亮, 梶本裕之ほか: Jorro beat: シャワーを用いた全身触覚刺激装置による浴室内音楽体験の向上, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, Vol. 2015, pp.301–305, 2015.
- [6] 柴尾 亮成, 嵯峨 智: 揺動空気噴流を用いた臨場感再現手法の評価, ROBOMECH2020 in KANAZAWA, pp. 1P1-N07, 2020.