

## シャワーを用いた浴室での触覚刺激装置の提案

星野圭祐<sup>†1</sup> 高下昌裕<sup>†1</sup> 梶本裕之<sup>†1†2</sup>

防水機器の普及により、浴室で視聴覚コンテンツを楽しむ機会は多くなっている。そこで我々は浴室での視聴覚コンテンツの臨場感向上を目的として、シャワーの水流を制御することによってユーザに触覚刺激を与えるシステムを提案した。本稿では音楽に合わせて変調された触覚を呈示可能であるシャワー触覚刺激装置を開発した。実験の結果水流の制御によって約 50Hz までの触覚提示が可能であることを確認した。

### Shower Tactile Stimulation device in the Bathroom

KEISUKE HOSHINO<sup>†1</sup> MASAHIRO KOGE<sup>†1</sup>  
HIROYUKI KAJIMOTO<sup>†1†2</sup>

With the spread of water-proof devices, we occasionally enjoy audiovisual contents in the bathroom. We proposed and developed a system to provide tactile stimulus to enrich audiovisual experience in the bathroom by controlling the water flow of the shower. Experimental result showed that we can present up to 50 Hz vibration by modulating shower flow.

#### 1. はじめに

視聴覚コンテンツの臨場感向上を目的としてこれまで数多くの手法が提案されてきた。それらの多くは視聴覚コンテンツに時間的に同期させた振動触覚刺激を提示しており [1][2][3]、これらの成果から、臨場感向上の手法として振動触覚刺激の有効性は示されてきたといえる。

一方、防水機器の普及により浴室で視聴覚コンテンツを楽しむ機会は多くなっている。浴室を利用したエンタテインメントに関する研究も数多く行われており、浴槽を用いて DJ のスクラッチ演奏を行うもの [4]、浴槽の水面をインターフェースとして用いるもの [5] などが挙げられる。しかし浴室で振動触覚提示により臨場感を高める試みは、電気刺激を用いた水中電気刺激 [6] など限定的であった。そこで我々は、浴室での振動触覚刺激の提示方法として、シャワーに着目した。シャワーヘッドから出る水流を制御し、水流の強弱を作ることによって全身へ振動触覚刺激を行う (図 1)。音楽に合わせて変調させることで視聴覚コンテンツに合わせた触覚刺激の提示が可能であると考えられる。本稿では、シャワーを用いた振動触覚提示装置について検証する。



図 1 デバイスの使用風景

#### 2. デバイス構成

本デバイスはシャワーヘッド (株式会社タスクスリー PTB2902)、ロータリーエンコーダ搭載の DC モータ (maxon 社, 10W, RE 25) から構成される。図 2 に示すように、本シャワーヘッドは機械的スイッチを左右に 8mm 動かすことで水流を ON/OFF と切り替えることが可能となっている。



図 2 シャワーヘッドのスイッチ

<sup>†1</sup> 電気通信大学  
The University of Electro-communications

<sup>†2</sup> 科学技術振興機構さきがけ  
Japan Science and Technology Agency (JST)

作成したデバイスを図 3 に示す。直径 8mm の円運動をクランク機構（図 4）により直進運動に変換することで、振幅 8mm の直進運動をさせ、ON/OFF の制御を行っている。モータの回転角度を制御することによって任意の周期で ON/OFF を切り替えることが可能であり、これにより任意の周波数の触覚提示を行う。



図 3 デバイスの構造

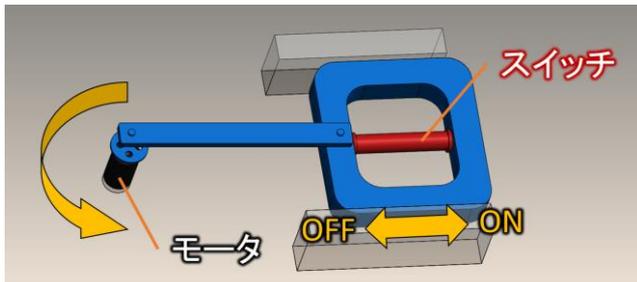


図 4 クランク機構

### 3. 実験

#### 3.1 実験環境

本デバイスが何 Hz まで触覚提示可能であるか検証を行った。高速カメラ（CASIO, EXILIM EX-F1）を用いて、シャワーから出る水流を 300fps で撮影した。振動の周波数は 1,2,5,10,15,20,25,30,35,40,50,100Hz を設定した。実験風景の様子を図 5 に示す。



図 5 実験風景

### 3.2 実験結果

#### 3.2.1 提示可能周波数

実験で撮影した動画の一部を図 6 に示す。画像間はずべて 50ms で、1 枚目はすべて出力される瞬間である。

シャワーヘッドから出る 1 つの水のかたまりの出始めから、次のかたまりの出始めまでの時間を計測することによって出力されている周波数を求めた。

解析の結果、1~15Hz までの周波数では想定 of 周波数を出力可能であることが確認できた。しかし、20Hz 以上の周波数では、想定していた周波数の 1/2 の周波数しか出力されていないことがわかった。これはデバイスの制御方法に問題があったためだと考えられる。高負荷の状態では 20Hz 以上の高周波を出力しようとする、モータが 1 周するのに 50ms 以上の時間がかかってしまう。そのため 20Hz 以上の周波数で制御すると、モータが 1 周回り切る前に逆回転し、結果的に 1 回の制御で 1/2 回転しかできず、出力される周波数が半分になってしまった。100Hz を出力しようとして 50Hz が出力されたため、この制御方法でも、50Hz までは出力可能であることが確認できた。

#### 3.2.2 応答速度

シャワーから発射され、体表に届くまでに時間的な遅れが発生する。これは、映像や音楽と同期させるときに大きな問題となると考えられる。この問題はあらかじめ時間遅れを算出し、映像や音楽をその時間遅れを加味した上で出力することで解決すると考えられる。ここでは前項と同様に撮影した動画を解析することによって、シャワーから発射される水流の速度を求めた。解析の結果、シャワーから発射される水流は、25ms で約 10cm 移動することを確認した（図 7）。これより、シャワーから出る水流の速さは約 14.4km/h と求まる。例えば、40cm 離れた場所からシャワーを浴びると想定すると、水がシャワーヘッドから体表に到達するまでに約 100ms の時間遅れが発生する。



図 6 動画のキャプチャの一部 (50ms 間隔)

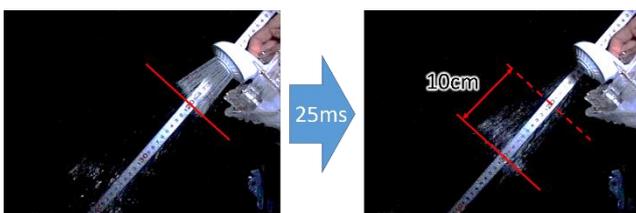


図 7 シャワーの速度

### 3.2.3 知覚可能周波数

機械的に出力可能な周波数を確認したが、その周波数を実際に振動として知覚することが可能であるかは分からないため、実験によりどの周波数まで知覚可能であるかの検証を行った。被験者は2名でいずれも著者である。実験では各周波数刺激を左腕に提示し、通常状態のシャワーによる刺激と比較することで行った。その結果、1-50Hz までの各周波数で、周期的な振動に感じる事が確認できた。

## 4. おわりに

本稿では、浴室での視聴覚コンテンツの臨場感向上を目的として、シャワーにより振動触覚刺激を提示することを提案した。ON/OFF 制御可能なシャワーのプロトタイプを作成し実験を行ったところ、1-50Hz の振動刺激を提示することが可能であることが確認できた。

今後は制御方法を見直し、本デバイスの出しうる最大の周波数を確認すると共に、音楽と映像との同期による効果を検証する予定である。

## 参考文献

- 1) Lemmens, P., Cromptvoets, F., Brokken, D., Eerenbeemd, J., Vries, G.: A Body-conforming Tactile Jacket to Enrich Movie Viewing, WorldHaptics2009, Salt Lake City, UT, USA, March 18-20, 2009
- 2) Israr, A., Poupyrev, I., Ioffreda, C., Cox, J., Gouveia, N., Bowles, H., Brakis, A., Knight, B., Mitchell, K., Williams, T.: Surround Haptics: Sending Shivers Down Your Spine, ACM SIGGRAPH 2011 Emerging Technologies, New York City, New York, USA, 2011.

- 3) Dijk, O., Weffers A., Zeeuw, T. : A tactile actuation blanket to intensify movie experiences with personalised tactile effects, 3rd International Conference on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment, 2009.
- 4) Hirai, S., Sakakibara, Y. and Hayakawa, S.: Bathcratch: Touch and Sound-Based DJ Controller Implemented on a Bathtub, 9th International Conference of Advanced Computer Entertainment (ACE 2012), pp.44-56, Springer Berlin Heidelberg, 2012

- 5) Koike, H., Matoba, Y., Takahashi, Y.: AquaTop display: interactive water surface for viewing and manipulating information in a bathroom, ACM SIGGRAPH 2013 Emerging Technologies. USA, 2013.
- 6) Nakamura, T., Katoh, M., Hachisu, T., Okazaki, R., Sato, M., Kajimoto, H.: Localization Ability and Polarity Effect of Underwater Electro-Tactile Stimulation, EuroHaptics2014, Versailles, France, June 24-26, 2014.