

# モーションセンサーを用いた日本的所作による音楽作品の制作

横山真男<sup>†1</sup> 太田祐樹<sup>†1</sup>

モーションセンサーを用いたオーディオビジュアル作品の制作のひとつとして、いくつかの日本の文化における所作の可聴化による作品作りに取り組んでいる。本研究では、伝統的な日本文化である茶道や、世界的な武術である空手、そして世界各国に広まったカップラーメンにおける所作を取り上げ、VIVE モーショントラッカーと MAX により可聴化するシステムを構築した。そして、これらの所作を録画した映像と可聴化による音で表現する作品を紹介する。

## An acoustic work based on Japanese culture using motion sensors

MASAO YOKOYAMA<sup>†1</sup> YUKI OHTA<sup>†1</sup>

As one of the audio-visual works using motion sensors, we have been studying the sonification of actions in several Japanese cultures. In this study, we picked up the traditional Japanese culture such as tea ceremony, the world-famous martial art of karate, and cup ramen which is the globally popular food. We developed the sonification system using a VIVE motion tracker, Hi5 VR glove and MAX. The video work using this system will be presented in this paper.

### 1. はじめに

本研究では、日本文化である茶道、世界的に人気のある武道である空手、そして世界中の人々に親しまれているラーメンにおける所作（作法、動作）を可聴化し、作品に利用することをを行った。これら3つの文化的特徴を、VIVE モーショントラッカー<sup>TM</sup>と Hi5 VR グローブおよび Max を使って映像と音で表現した作品を制作した。パフォーマーは VR グローブを着用し、腕、足、頭に5つのモーショントラッカーを装着してそれぞれの所作を行い、それら動作をモーショントラッカーとビデオカメラによって同時に記録した。さらに、モーションデータに基づいて Max でサウンドを生成している。この作品は、東京で開催された TAMA 音楽祭 2021 (@明星大学、2021 年) で初演された。

### 2. 音楽作品におけるセンサーの利用

近年、生体センサーと連動した音楽作品が数多く開発され、コンサートで演奏されている。アルヴァン・ルシエによる EEG（脳波計）を用いた作品<sup>1)</sup>は、生体センサーを用いた初期の音楽作品のひとつである。また、我々もこれまでに脳波を利用したライブ・エレクトロニクス音楽のシステムを開発し、チェロと演奏者とともにコンサートで演奏した<sup>2)</sup>。これらのように、生体センサーを使って何を表現したいのか、どのように表現すべきなのかという研究課題は尽きない。それが我々がバイオセンサー・ミュージックを制作する重要なポイントであり、動機のひとつであろう。

我々はモーショントラッカーと Max を使った電子音楽のシステムを開発し、日本文化における人間の動きをベースにした映像作品を作成した。日本文化は世界でもユニーク

クで特徴的な文化であり、毎年多くの観光客が日本を訪れ、その文化に触れている。礼儀作法を含め、日本文化における手、指、足などの動きは、日本語では「所作」と呼ばれる。この作品では、この「所作」を音で表現することを意図した。その点においては、私たちのマルチタイム・メディアの創作は、一種のソニフィケーションとも言える。



Fig.1 Hi5 VR glove (left) and karate performer with VIVE trackers on head and hands.

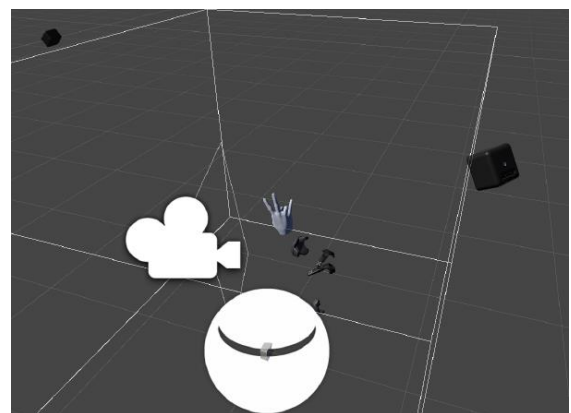


Fig.2 Virtual space in Unity

<sup>†1</sup> 明星大学  
Meisei University

VIVE モーショントラッカー<sup>3)</sup>と Hi 5 VR グローブ<sup>4)</sup>を用いたシステムでは、捉えた指や体の部位の位置を、Unity の仮想空間にマッピングする (図 2)。Unity で位置と速度を計算し、そのデータを Max に送り、Max でピッチとモジュレーションを計算する (図 3)。物理的な動きから音への変換の基本システムは、腰からの指と腕の高さがピッチの高さに対応し、音の大きさは動きの速度に依存し、腰からの腕の距離が音の変調の大きさ (すなわち、距離の変化が音楽の中に音の不安定さを生み出す) となる。また、頭と腰に付けたセンサーは、体の中心、重心として全体の音を操作するパラメータとして利用した。

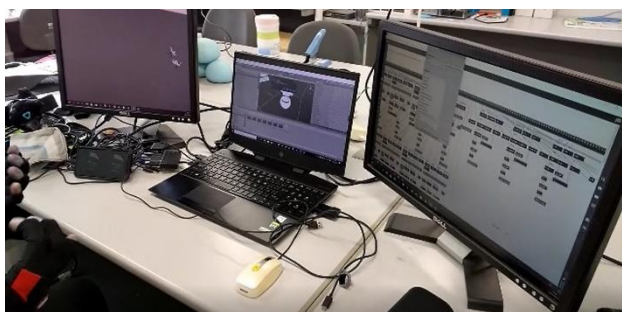


Fig. 3 System for motion tracking

指の繊細な動きを表現するために、指の関節回転と腰からの距離をエンベロープフィルタとしてマッピングし、位置の高さを音高として表現する。ここで、エンベロープフィルタとは生成する音の ADSL (Attack, Decay, Sustain, Release) のプロファイルを生成する閾値およびパラメータで、Max を用いて入力値から音高や音量などへの変換処理を行っている。入力値は指関節の回転角で、計測された指の第一関節をアタックタイム、第二関節をディケイタイム、第三関節をサステーンとしてエンベロープにマッピングした。エンベロープパラメータが破綻しないよう最大値・最小値を決め、その範囲に対して角度を割合として乗算している。また音を発声するトリガーは腕や指の速度が閾値を超えた判定により行っている。

#### ・音高

各指の位置をワールド座標 (Unity 上の原点) の Y 軸から取得し、ベースステーション (BS、位置を特定するためのセンサー、手を伸ばした位置より高いところに設置) の位置を最大して設定した最大の高さで現在の手の高さを比較して算出した割合と周波数の上限を乗算して周波数を算出し、最低周波数を加算する。

$$\text{音高} = \text{音高最大値} \times (\text{指の座標} - \text{BS 座標}) + \text{最低周波数}$$

#### ・音量

スピードの閾値と現在の速度 (前フレーム位置と現在フレーム位置の変化量) の値を比較して求めた割合を基準値に

乗算して音量を求める。

$$\text{音量} = \text{指の速度} / \text{速度閾値}$$

#### ・トリガー

速度が閾値以上であれば発音するトリガーを設定する。指の速度を求め閾値以上なら発音、閾値以下なら消音のシグナルを送る。

図 4 に、左右の手の動きから生成された音のスペクトログラムを示す (横軸は時間、縦軸は周波数を示す)。後半の大きく変化するセクションでは手を振る、回す等の激しい動作を行った。動きに応じてピッチや音量の変化が取れていることが分かる。

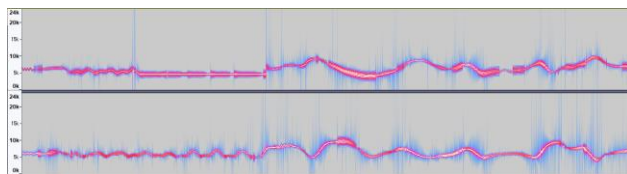


Fig. 4 手の動作を可聴化した音のスペクトログラム

### 3. 作品中における3つのシーン

本作品では3つのセクションで構成されている。図 5-7 にそれらのスナップショットを示す。一つ目のセクションは日本の茶道である。茶道の先生が茶道の一連の流れを演じ、その映像および実際に聞こえる繊細な音を録音した。

第二セクションは空手の演武である。空手の演武は本学のスタジオで強化選手の動きを収録した。音を大きく、力強く変調させることで、攻撃的な動きを表現することを目指した。

最後の第三セクションはカップラーメンを食べるシーンにした。インスタントカップラーメンは、今や日本から世界に広まった大衆食・食文化である (日本の食品会社・日清が1971年に開発)。このパフォーマーには、このシステムの開発者であり、本稿の共著者である太田が担当した (ラーメン好きの大学生)。

これらの映像素材に対してモーションデータから Max による生成された音を合成し動画ファイルとして出力した。ここで、手のみの音ではいわゆる音数が少なく音楽としては寂しいので、背景音などを加えている。背景音も実際のモーションデータから作成しているが、その生成方法はヒューリスティック・感性的であるのでここでは詳細な説明は省く。



Fig. 5 Tea ceremony

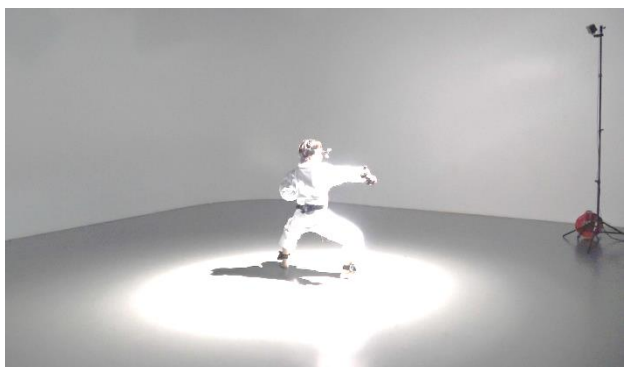


Fig. 6 Karate



Fig. 7 Cup-ramen

#### 4. おわりに

本研究ではVR機器のモーショントラッキング機能を利用したマルチメディア作品の制作について述べた。日本的な所作の可聴化として、静的な動作（茶道）と動的な動作（空手）を主に扱ったが、指と指の先端の距離を使ってつまむ動作や手を開く動作のようなジェスチャーの判定をもっと利用したり、両手間の相互位置関係を用いた表現が考えられる。

#### 参考文献

- 1) A. Lucie, "Music For Solo Performer" (1965)
- 2) H. Hirayama, M. Yokoyama, Multimedia improvisation with brain

waves for cello, live electronics and image processing, 43rd International Computer Music Conference, ICMC, Shanghai, China, 2017.

3) <https://www.vive.com/>

4) <https://www.noitom.com/hi5-vr-glove>