

空間における手の動きを入力とする電子楽器の制作

関田 心† 須藤 智† 恩田憲一†

尚美学園大学芸術情報学部情報表現学科†

1. 概要

一般にアコースティックな楽器の演奏方法は楽器としての形状に左右されるが、電子楽器では演奏方法に対して、より高い自由度を与えることが可能である。

本制作では音楽療法などのリハビリツールとしての利用を視野に入れて、既存楽器の演奏方法に捉われず、何もない空間から紡ぎだされる音による表現を演奏に利用する電子楽器の制作を試みる。直観的、かつ高い表現力を持つ指先から肘の動きをリアルタイムで取得するために 2 台のカメラを用いてステレオ画像を取得し、その動きを解析することで演奏者の自由な動きによる演奏が可能となる。

2. 背景

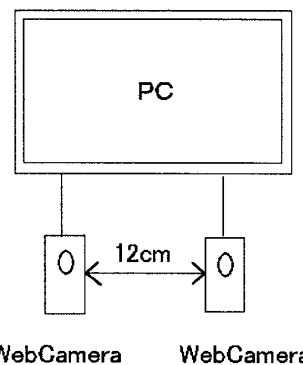
現在、発明され利用されている電子楽器にはヤマハのミブリ^[1]、オンド・マルトノ^[2]やテルミン^[3]というものが挙げられる。ミブリは全身の動きを感知するための装置を身につけ、肘の角度を調節する等の複雑な動きを要求しており、誰もがすぐに演奏することはできない。オンド・マルトノは総重量が 100kg を超える大掛かりな装置を設置することもあり、設置場所の確保も必要となり、更に演奏者にピアノの即興演奏ができる力量を求めている。テルミンの演奏者にもオンド・マルトノと同程度の演奏技術が求められている。

また、有限会社石川光学造形研究所の石川洵氏が開発した「空間に表示した実像を入力指標とした電子楽器」^[4]は画像表示装置と結像光学系を用いて音階やリズム指標を実像として空間に表示し、従来のテルミン等よりもショー効果が

高いとしている。更にヤマハのコペラ^[5]や任天堂 Wii 等のゲームでも遊びながら音に携われるようになっている。これらの電子楽器は生楽器を演奏することとは違った楽しみやメリットを得ることができるが音を出すための装置を身につけたり、装置に触れて演奏する必要がある。音楽療法を行う際に楽器に触れることができない患者に対して、既存楽器では音楽療法への応用などを考えた際に必要となる演奏者本意の演奏の実現は難しいと考えられる。

3. 制作楽器システム

指先から肘までを Web カメラでリアルタイムに撮影して手の動きを取得する。Web カメラは視差画像を生成するためにステレオで設置する必要がある。キャプチャした画像を解析する事によって、演奏するためのツールを直接触れることなく、直観的な演奏を可能とした電子楽器になる。視差画像は音量の変化を可能とするために利用する。



- ① カメラを 2 台、間隔約 12cm で設置。カメラ間距離は約 12cm の固定とする。使用するカメラは同種のものを 2 台使用。

† Electric Music Instrument of Hand Gesture plays in space

† Kokoro Sekita Shobi university

† Satoshi Sudo

Norikazu Onda · Shobi university

② アプリケーションを起動し、2 台の Web カメラから 30cm 離れ、キャプチャされれば演奏開始となる。

③ キーボードの Q を押すとアプリケーションが停止する。

4. 楽器設計

2 台の Web カメラの前で手を上下左右に動かすことで音階が変化し、前後に動かすことで音量が変化する。

音量変化の動作を測定するために右カメラからの画像(図 1)と左カメラからの画像(図 2)を用いて、視差の正規化をした画像(図 3)を生成する。また、入力画像を HIS 空間に変換し、色相情報を用いて肌色領域を抽出する。視差画像と肌色領域を反転させたマスク画像を合成し、合成された新しい画像は肌色領域だけが抽出された画像となる。肌色領域部分に対して抽出された範囲の輝度の平均を求め、輝度の平均の値が大きくなるほどカメラとの距離が近くなるため、音量を上げる。また、値が小さければカメラとの距離があるため、音量を下げる。

音階変化には肌色領域を用いて、肌色領域の重心を求め、重心が音を設置してある範囲を通過することで指定された音を再生する。



図 1.右カメラ

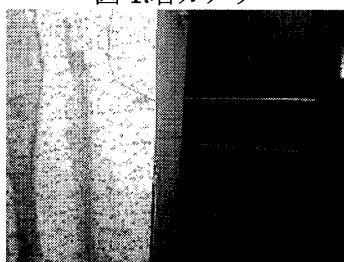


図 2.左カメラ



図 3.視差の正規化

5. 実装

Web カメラでキャプチャする速度や音の再生される速さは、Web カメラもしくは使用するパソコンの CPU 処理能力に左右されて変わることが判明した。

視差の正規化画像を生成する際に 2 台の Web カメラ間の距離はシステムで指定している 12cm が最適だが、15cm 以内であれば動作可能である。

OpenCV のみで Web カメラのキャプチャを行うよりも VideoInput と呼ばれる OpenCV の補助ライブラリをインストールして使うほうが高速にキャプチャできるという結果を得たため、OpenCV と VideoInput と併用する。これによってスムーズなキャプチャが可能となり、直感的な手の動きによる自由な演奏が可能となった。

6. まとめ

演奏するための道具に一切触れることなく、演奏技術の習得に多くの時間と練習を必要とすることもなく、演奏者の自由な動きによる演奏ができる電子楽器となった。

今後、Web カメラの検出範囲を広げ、手の動きだけでなく身体の動きを検出し、身体を動かすことでの演奏を可能とし、また、音質も音源を増やして演奏者が自由に選択することも可能とすることで音楽療法などのリハビリツールとしての実用を目指すことを課題とする。

参考

- [1] Miburi(ミブuri), ヤマハが「VA(バーチャル・アコースティック)音源」の開発に成功したのを期に発案,商品化が進められた電子楽器。
- [2] オンド・マルトノ, フランス人電気技師モーリス・マルトノによって 1982 年に発明された電気楽器および電子楽器の一種。
- [3] テルミン, 1919 年ロシアの発明家レフ・セルゲーエヴィッチ・テルミンが発明した世界初の電子楽器。
- [4] 石川洵, 「空間に表示した実像を入力指標とした電子楽器」, 有限会社石川光学造形研究所, 2007
- [5] コペラ, ピコの互換機としてヤマハが SEGA と共同開発した製品。