

# ハプティクス技術を用いたボクシング体験システムのための基礎検討

2018sc102 山内大聖

指導教員：奥村康行

## 1 はじめに

近年、仮想現実を生み出す VR や、現実空間にバーチャルなオブジェクトを映し出す AR といったテクノロジーがどんどん身近になってきている。そこで、本研究では VR 環境の一部である皮膚感覚及び力覚（以下、触力覚）情報の提示に着目する。ハプティクス技術は衝撃を作りだしたり触覚のフィードバックを与え、身近なもので言えば PS5 のコントローラーであったり iPhone に使用されており日常的に利用されることが増えてきました。そこで本研究ではその技術を用い、ボクシングの殴った感覚を作り出すシステムを作製する。

## 2 研究目的

本研究では、腕に触力覚情報を提示することで高い臨場感を伴うボクシンググローブを作製することを目的とする。また本研究のシステムの構成として図 1、その触覚情報の再生方法を図 2 に示す。

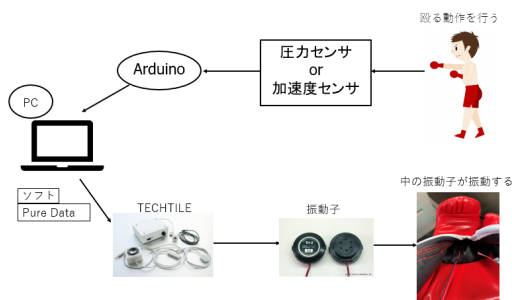


図 1 システムの構成

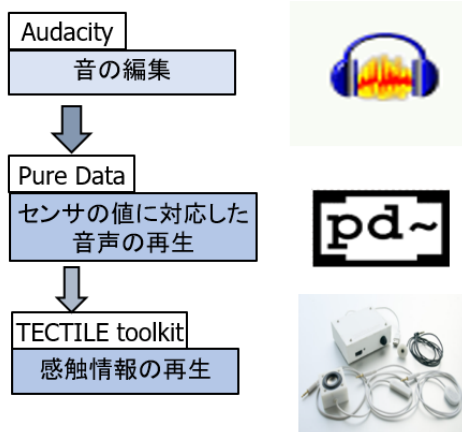


図 2 触覚情報の再生

## 3 先行研究との比較

先行研究 [1] では、歩行動作に合わせて足裏感覚を操作するハプティックシューズを用いて、ユーザーの正面の位置にある障害物を認識して、行動できるようになるためのデバイスを作製することを目的として触覚情報の実験を行い性能評価を行っていた。本研究では、殴る動作を行った際に殴った感覚を得るハプティックグローブを作製することを目的とし、ボクシングシステム作製の基礎検討として振動波形の分析と再現を行い、腕に皮膚感覚及び力覚（以下、触力覚）情報の提示をしようとする。

## 4 研究内容

この章では本研究の内容について記す。

### 4.1 ハードウェアの作成

本研究におけるハードウェアとは、触覚情報を出力する振動子と腕の動きを的確に取得するアナログ式加速度センサを用いたハプティックデバイスを指す。センサについては正確に手の動きの加速度/角速度を取得できるところに配置し、振動子とセンサを制御する Arduino は動きに支障がでないように配置する。また触覚情報を腕に与える振動子としてパイプロトランスデューサ Vp2(アクール・ラボ)を使用する。配置する位置は一番振動が伝わりやすく殴った感覚を再現しやすいグローブの内側に埋め込み、図 3 のようなデバイスを作製した。

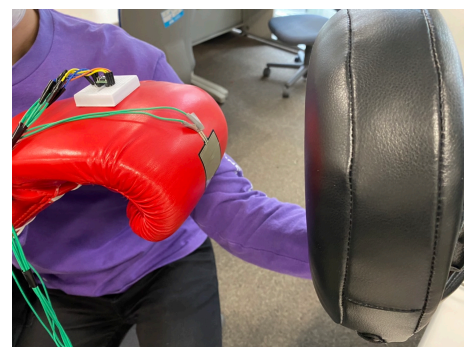


図 3 ハプティックデバイス

### 4.2 ソフトウェアと触覚情報の作成

本研究におけるソフトウェアとは、腕の動きの検出と触覚情報の出力を行うためのものである。本システムのソフトウェアの部分は、音のリアルタイムプログラミング言語である PureData と Arduino を用いて開発する。加速度センサを用いて、自分の腕の速さや加速度を検出できるプログラムを作製する。また腕の動作を検出時に

提示するオーディオデータで表現する感触情報の作製するにおいて,TECHTILE toolkit を用いて, 触感の記録と再生を行い, 振動センサで感触情報の取得を行う. またTECHTILE toolkit は図4に示す. 相手を殴った際の様々な音を音声編集ソフト Audacity を用いて編集し, ハプティックデバイスを装着し, 殴る動作を行い, 似た感触を得る.



図4 TECHTILE toolkit

## 5 音と圧力センサでの波形比較

この章では, 実際に作成したハプティックデバイスにつけ, 音と圧力センサの波形について記す. 音はグローブにマイクを取り付け PC に分配器を装着し Audacity で録音する. 一方で, 圧力センサはグローブに圧力センサを取り付けオシロスコープで波形データを取得する. 音の波形が図5, 圧力センサの波形が図6のようになった. 音は一時的に振幅が上がり単調な波ができた. 一方で, 圧力センサは徐々に振幅が上がり山なりの波ができ, 振動は音と比べ長い時間感触が得られた.

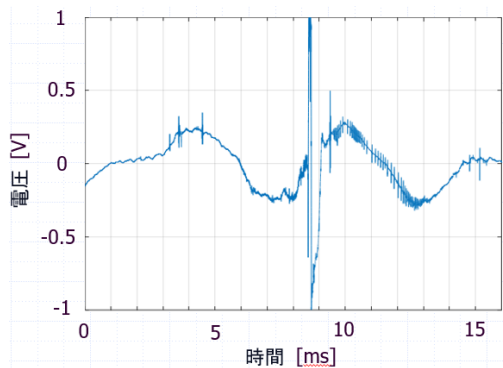


図5 音の波形

## 6 加速度センサの遅延時間測定

この実験は, デバイスを装着し殴った際に, 加速度センサの値を検知してから感触情報が出力されるまでの遅延時間を測定する. 測定の仕方はオシロスコープの ch1 にTECHTILE の音声出力, ch2 に加速度センサの腕の動く方向の軸の値の入力を接続し, オシロスコープに映し出された波の最初と加速度センサの波の最初の時間を測定する. 10回測定したグラフを図7に示す. 測定を10回した結果,

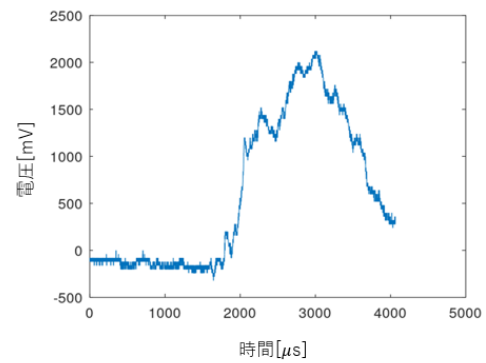


図6 圧力センサの波形

毎回約 500ms, つまり 0.5 秒の遅延が生じた.

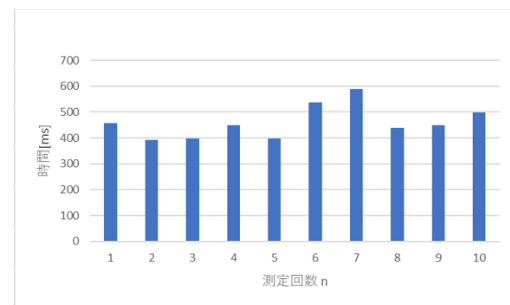


図7 加速度センサの遅延

## 7 まとめ

本研究では殴る動作をした際に, リアルな感触情報を伝えるハプティックデバイスを作製した. そのデバイスの性能を評価するために音と圧力センサの波形設計と加速度センサの遅延時間を測定した. デバイスを動かしてみたところ, 振動子を埋め込んだことで触覚情報がしっかり得られた. しかし, 殴った際に遅延が発生し, 振動の強弱が分かりづらかった. 今後はパンチの強弱を調整しよりリアルな触覚情報システムを検討すべきである.

## 参考文献

- [1] 中川高輔 "Proto-type Development of Vibration-Induced Haptic Shoes for Perceiving the Front obstacle" Abstract Book of 2021 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics(GCCE 2021) pp.762-763, October12th-15th, 2021.
- [2] 仲谷 正史, 筧 康明, 南澤孝太, 三原聡一郎, 舘 "触感表現の一般普及に向けた方法論とテクタイルワークショップを通じたその実践" 慶應義塾大学基礎論文, no.TVRSJ, pp.1-11, Dec 2014
- [3] 水品友佑, 南澤孝太"身体運動と協調した触覚提示によるスポーツ体験の共有に関する研究" 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科修士学位論文, no.40001001, pp.1-33 Dec 2014