

## HMDを用いたヴァーチャルなドラム演奏環境の試作

蓮井 星良<sup>†</sup> 石山 俊之<sup>†</sup> 北原 鉄朗<sup>†</sup><sup>†</sup> 日本大学文理学部情報科学科

## 1. はじめに

近年, PSVR や Oculus などのヘッドマウントディスプレイ (HMD) が一般の消費者でも購入可能な金額になり, 徐々に普及しつつある. こうしたヴァーチャルリアリティ (VR) 技術の普及に伴い, VR 空間内で楽器演奏を可能にする研究も徐々に見られるようになった<sup>1)</sup>. たとえば, 岩谷らはエア楽器システムを開発した<sup>2)</sup>. こうした VR 空間内での楽器演奏を可能にする技術が進めば, 将来的には例えば遠隔地にいる人や故人とのセッションを楽しめるようになる可能性もあり, 楽器演奏の楽しみ方が広がる可能性がある.

VR 空間内での楽器演奏を可能にする研究のほとんどは, いわゆるエア楽器のようなものであり, 実際のドラムスを叩いたような反動を得ることができるものはほとんどない. 通常, ドラム演奏時には叩いた反動を利用して次の一打のためにスティックの打点を上げる方法が用いられる場合がある. そのため, ドラムスの演奏の場合, エア楽器のように何も無いところに向かってスティックを振り下ろす形態だと叩きにくくなる可能性がある. 振動などの別の触覚フィードバックを提示することで, 跳ね返りのフィードバックを補償するという研究も行われている<sup>3)</sup> が, これにはスティックで打面を叩きしその反動を用いて次の叩打に移るといった基本的なドラム演奏の方法がとれない.

本稿では, VR 空間におけるドラムスの演奏における物理的反動の必要性について検討する. 具体的には, VR 空間に設置されたドラムセットと同じ位置に実在のドラムセットを設置する. これにより, ユーザは VR 空間を見ながらドラム演奏をするにも関わらず, 物理的なスティック操作によって現実空間のドラムから反動を得る. このように, VR 空間と位置関係が同期する形で現実空間にも実在するドラムセットを設置することで, 演奏のスムーズさが改善されるかどうか検証する.

## 2. ドラム演奏システム

本研究で扱うシステムは仮想空間内で再現したドラム演奏環境をベースとしている. ただ実在のドラムが演奏者の前にあることで演奏者の足元の動きをセンサーが認識しにくくなるため, 本研究においてバスドラムの使用はしない.

## 2.1 システム構成

本システムは, 我々が以前開発したシステム<sup>4)</sup> と同様に, 電子ドラムの前に HMD を装着して座り, スティックを用いて電子ドラム (ヤマハ, DTX502) を叩いて演奏する.

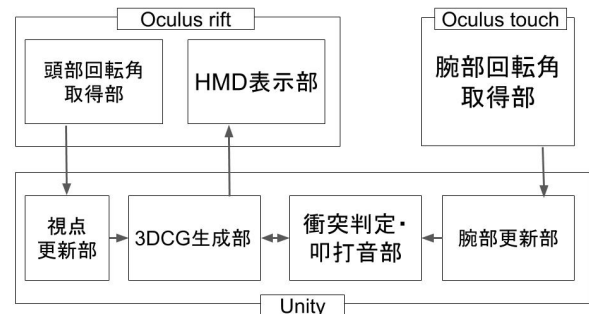


図1 システム構成図

HMD (Oculus rift) のヴァーチャル空間には, 現実空間の電子ドラムと同じ位置にドラムセットが表示される (図2). ただし, 以前システムとは異なり, ユーザの動作を認識するための Kinect は省略し, ユーザの動作はスティックに取り付けた Oculus touch<sup>5)</sup> (図3) で行う. スティックに取り付けた Oculus touch を動かすと, ユーザの腕を模したアバター (図4) が同期して動く. また, 以前のシステムではドラムを叩いた際の音を電子ドラムから生成していたが, ドラム無し条件でも実験を行うことから, Unity 上でドラム音を再生する.

本システムの構成図を図1に示す. 「視点更新部」「3DCG生成部」「HMD表示部」は以前のシステム<sup>4)</sup> と同等である. 「頭部回転角取得部」は Oculus touch を用いてスティック先端部の座標を時々刻々と計算する. その後, 「衝突判定・叩打音部」にてヴァーチャル空間内に配置された各ドラムとの衝突処理を行い, 衝突した場合はあらかじめ WAV 形式で用意したドラム音を再生する. ここでは, 「RWC 研究用音楽データベース」<sup>6)</sup> のものを使用する.

## 2.2 衝突判定およびドラム音の再生

VR 空間内でのドラム音の再生についてはスティックがドラムの各部分にあたることによりドラム音はその部分から流れる処理を行う. 衝突判定は VR 空間内に設置したオブジェクトに対して Unity に内蔵されている物理エンジンを用いて行う. スティックがドラムの各打面に対して触れているかという判定を行いその場合のみドラム音が再生する. また, この際と同じ打面に触れ続けた際に連続してならないようにスティックが一度触れてから小数点第二位の単位で時間が経過しないと再び音が鳴らなくなっており, さらに, スティックが一度打面を叩いてから一定の距離打面に対して上にあげなければ音が鳴らなくなっている.

## 3. 実験

本システムを用いて正常にドラム演奏が可能かどうかを確認するため, 次の実験を行った.

A Prototype of Virtual Drum Performance Environment with HMD  
by Seira Hasui (Nihon University), Toshiyuki Ishiyama (Nihon University) and Tetsuro Kitahara (Nihon University)

表 1 実験結果 (IOI の変動係数)

条件	ドラム無し	ドラム有り
BPM60 左手 4 分	0.0737	0.0746
BPM60 右手 4 分	0.0647	0.0471
BPM60 両手 4 分	0.0513	0.0643
BPM60 両手 8 分	0.0831	0.2549
BPM120 左手 4 分	0.1056	0.0420
BPM120 右手 4 分	0.1056	0.0802
BPM120 両手 4 分	0.0589	0.2686
BPM120 両手 8 分	0.6003	0.3607

### 3.1 実験方法

ドラム演奏経験が十分にある第 2 著者が、HMD 内蔵のヘッドフォンでメトロノームを聴きながら次の条件で演奏を 40 打分行った。

- リズム：4 分音符の連打，8 分音符の連打
- 使用する手：右手のみ，左手のみ，右手・左手交互
- テンポ：60pbm， 120bpm

演奏自体の inter-onset interval (IOI) のばらつきは十分に小さいと仮定し，ドラム音再生時刻に関する IOI のばらつきを調査する。演奏自体の IOI のばらつきが十分に小さいにもかかわらず，ドラム音再生時刻の IOI にばらつきがあれば，ドラムを叩いてから衝突判定を経てドラム音を再生する際に一定でない遅延が発生していることになる。実験は，本システムのそのままの状態（「ドラム有り」条件）と電子ドラムを撤去した状態（「ドラム無し」条件）の両方で行った。

### 3.2 実験結果

両条件での IOI の変動係数を表 1 に示す。ただし，計算の際には，40 打したうち打音の記録が欠損したり IOI が 0 になっていた部分を除外した。表から分かるように，ドラム無し条件よりもドラム有り条件の方が変動係数が大きい結果となった。この一因として，現実空間のドラムセットとヴァーチャル空間のドラムセットの位置の調整が不十分だった可能性がある。

## 4. おわりに

本研究では，VR 空間内でしか実現できない演奏環境の実現に向けた第一段階として，VR 空間の構築したドラム演奏環境と同じ位置に現実のドラムセットを設置することで，叩いたときの反動を利用できる演奏環境の検討を行った。しかし，実際には現実空間のドラムセットとヴァーチャル空間

のドラムセットの位置合わせを完全に行うのは難しく，ドラム無し条件での実験に比べて，発音タイミングのばらつきが大きい結果となった。今後は，現実空間のドラムセットとヴァーチャル空間のドラムセットの位置関係にずれがあってもロバストに発音処理が行える仕組みについて検討していく。

謝辞 本研究は，JSPS 科研費 16K16180， 16H01744， 16KT0136， 17H00749 から支援を受けた。

### 参考文献

- 1) 元川 洋一, 齋藤 英雄, "AR Guiter : 拡張現実感を用いたギターの演奏支援システム", 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会 2006
- 2) 岩谷 亮明, 澤田 秀之, VR エンタテインメントに向けたエア楽器演奏システム, IPSJ Interaction 2014, C1-4, 2014/3/1
- 3) "The Music Room", <http://musicroomvr.com/>
- 4) 石山 俊之, 蓮井 星良, 北原 鉄朗, "HMD を用いたヴァーチャルなドラム演奏環境の試作" エンターテインメントコンピューティング 2017
- 5) <https://www.oculus.com/accessories/>
- 6) <https://staff.aist.go.jp/m.goto/RWC-MDB/index-j.html>

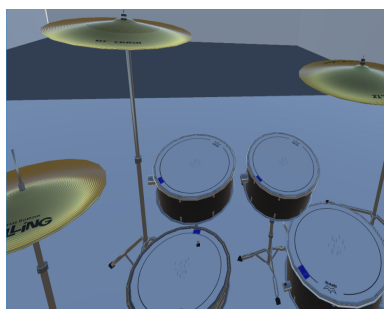


図 2 初期ユーザー視点



図 3 スティック付きコントローラー

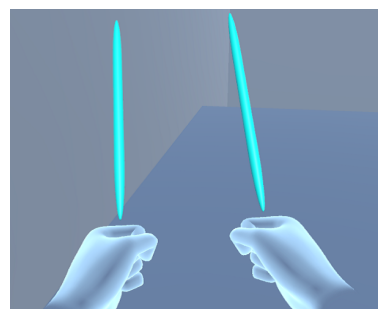


図 4 ユーザーの腕を模したアバター