



叩け!カラダドラム

Beat! Human Drums

島田晃, 森田圭亮, 飯塚 創太, 神戸 大知, 遠山 魁一, 板垣 崇史,
荒木 達彦, 新井 達紀, 中林 優樹, 松谷 侑紀

Akira SHIMADA, Keisuke MORITA, Souta IIZUKA, Daichi GOOD, Kaito TOYAMA, Takashi ITAGAKI, Tatsuhiko ARAKI, Tatsuki ARAI, Yuki NAKABAYASHI, Yuki MATSUTANI

慶應義塾大学理工学部情報工学科杉本研究室 (〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, a.shimada@keio.jp)

概要:「叩け!カラダドラム」は、体が楽器になったら楽しい!という誰もが感じるであろう憧れを形にする企画である。本企画では、ベルト型モジュールを取り付けるだけで体がドラム(楽器)になる感覚を誰でも体験できる。取り付けられたモジュールを叩くことで、ドラムが鳴ると同時にドラムの振動が叩いた箇所伝わり、体のドラムを叩く感覚を体験する。複数人での体験も可能であり、ドラムの振動を共有しながら演奏体験を行う。い。

キーワード: ドラム, 身体拡張, ハプティクス

1. はじめに

「体が楽器になったら絶対に楽しい!面白い!」という憧れ、これは誰もが感じたことのある感情ではないだろうか。体で音を鳴らすという試みは、歌う、手を叩く、足音を鳴らすなどの馴染みのある手法から、タップダンス、ボディパーカッション、ヒューマンビートボックスといった発展的な手法まで、様々なものが行われてきた。このような手法は、自身の体を巧みに操って人間の体ならではの音を鳴らす、または実際の楽器を忠実に再現した音を出すことで、自身を擬似的に楽器のように扱っている。しかし、人間の体を実際にある楽器に置き換えるというのは現実的に不可能である。そこで、私たちは実際に体が楽器になるという未知の感覚を誰もが体験できる企画を提案する。

体を楽器にするという体験を実現するにあたり、私たちは楽器のドラムに焦点を当てた。ドラムは、複数の打楽器を組み合わせる曲のリズムを奏でる代表的な楽器だ。ピアノやトランペットなど音階がある楽器とは違って、音階を気にせずに楽器を叩くことができ、音を出すことに関しては誰でも簡単に行える。そして、楽器を叩くという動作は体を叩くという動作に置き換えられ、体を楽器にする手段として相性がいい動作となっている。さらに、ドラムの音は非常に迫力がある。ドラムの音に含まれる大きな低周波成分により体が揺れる感覚は、この楽器ならではの感覚である。ドラムの打面が揺れるのは勿論、音で体が揺れるという感覚は、体を楽器にする体験

を非常にリアルで臨場感溢れるものにする。このように、ドラムは演奏の手軽さ、体と楽器の相性、そして音の迫力を兼ね備えた楽器であり、体を楽器にする体験に適した楽器であるといえよう。本企画では、これら 3 要素全てを兼ね備えたドラムに着目し、体を楽器(ドラム)にするという体験を実現する。

2. 企画概要

本企画では、体をドラムにする体験である「体ドラム体験」を、複数のベルト型モジュールによって実現する。体験の様子を図 1 に示す。体験者はまず、腕や胴、足など体の複数箇所にベルト型モジュールを取り付ける。各ベルト型モジュールにはドラムセットの様々な楽器を割り当てる。取り付けられたベルト型モジュールを体験者が叩くことで、ベルト型モジュールからドラムの音が鳴ると同時にドラムの振動をベルトの内側に発生させ、体験者はドラム

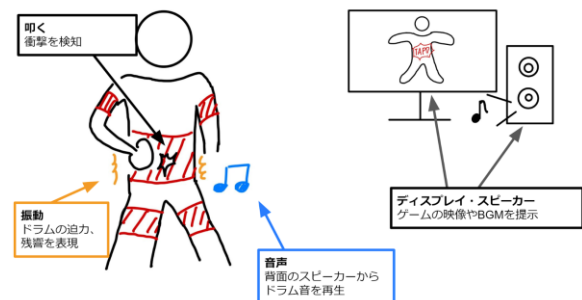


図 1: 体験概略図

の音とドラムの振動を同時に体感する。

以上の体を叩く自由なドラム演奏に加えて、初めての体験でも自在にドラム演奏ができるように、ゲーム形式の体ドラム体験を行う。このゲームは、正面に配置したディスプレイ画面内のインストラクターの動きを体験者が真似するダンスバトルのような形式で行い、インストラクターの動きに合わせて楽器の振動をベルト型モジュールに発生させる。

本企画は、複数人で体ドラム体験を行うことが可能である。図2のように、1人の体験者がドラムを叩くと、他の体験者は同じ楽器が割り当てられたベルト型モジュールから同様の振動を知覚する。これにより、複数人でドラムを演奏しながらドラムの振動体験を共有する。また、ゲーム形式の体験を複数人で行うことも可能である。

3. 関連作品

本企画は、複数のベルト型モジュールを体に取り付け、モジュールを叩くことでドラムの音と振動が発生し、体がドラムになっている感覚を体験する。同じドラムを用いた作品は、どこでもドラム[1]とめざせドラムマスター[2]がある。どこでもドラムは、加速度センサーと位置センサーを取り付けたスティックを振ることで、ドラムの音を鳴らす。この作品は、ドラム演奏体験をどこでも楽しむことができる。めざせドラムマスターは、リズムアイコンを投影してドラムセットの叩く場所とタイミングを可視化し、結果を手応えとしてフィードバックする。この作品は、ドラム演奏の未経験者がドラムの叩き方を習得することができる。これらの作品は、ドラムをどこでも演奏できる、誰でもドラムが演奏できるといった、ドラム演奏体験の拡張に着目している。これに対し、本企画では体によって音を鳴らすという体験を拡張することに主眼を置いており、これらの作品が提供する体験の価値とは異なったところに、本企画の体験としての価値がある。

音声と振動を組み合わせた作品は、Augmented-Sequencer[3]とSynesthesia Suit[4]がある。Augmented-Sequencerは、指に取り付ける振動デバイス、首から下げる振動デバイス、オーディオリアクティブな映像によりミュージックシーケンサーの操作体験を拡張する。この作品は、ミュージックシーケンサーの操作と指に取り付ける振動デバイス、首から下げる振動デバイスが対応している。

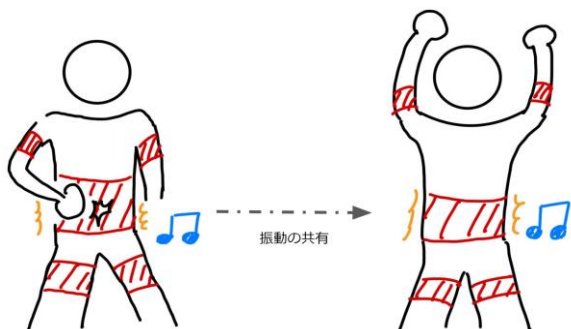


図2: 複数人での体ドラム体験

Synesthesia Suitは、スーツ型デバイスに装着されている複数の振動デバイスとLEDによりVRゲームの体験を拡張する。これらの作品では、指の動きに連動して振動のフィードバックが起きる、体全体に振動が伝わるといった、効果的な振動の提示が行われており、本企画の体を叩いて音と振動がフィードバックされる仕組みや振動提示方法はこれらを参考にしている。

4. システム構成

4.1 システム概要

本企画のシステム構成を図3に示す。体験者は、腕、胴、足等に巻かれたベルト型モジュールを叩く。圧力センサーを通して入力を受け取ったマイコンは、割り当てられた楽器の音源を音声スピーカーから再生し、楽器に応じた振動を振動スピーカーによって体験者へ与える。それと同時にPCへ信号を送り、PCはディスプレイ、PCスピーカーを通してゲームを進行する。そして、ゲームの進行又は複数人での体験のときにマイコンを通して振動スピーカーから振動を体験者へ与える。

4.2 ベルト型入出力モジュール

図4にベルト型入出力モジュールの概略を示す。

4.2.1 ベルト

全てのパーツを表・裏の適切な位置に貼り付ける基盤である。体格や装着部位の大きさに合わせて容易に調節できるように、マジックテープ又はゴムバンドでこれを作成する。

4.2.2 マイコン

圧力センサーから信号を受け取ると、振動信号と音声信号をアンプを通して振動スピーカー、音スピーカーへ送信し、同様にPCへ圧力センサーの値を送信する。PCからは、ゲームのインストラクターの動きによる振動を示す信号、または複数人での体験のときに他の体験者が叩いた振動を示す信号を受け取り、振動スピーカーへ振動信号を送信する。

4.2.3 アンプ

振動スピーカーまたは音声スピーカーで音を流すために、信号を増幅する。

4.2.4 圧力センサー

ベルト型モジュールの装着部位が叩かれたかどうかを検知する。叩いた力の強弱でドラムセットの音が変わるように、センサーに加わった圧力の大きさによって音量の調節を行う。

4.2.5 振動スピーカー

振動提示には振動スピーカーを用いる。振動スピーカーとは、本体に触れている物体を振動させて音を鳴らすスピーカーであり、振動の提示として使用できる。Synesthesia Suit[4]では、パイプロトランスデューサVp2[5]という小型で帯域が広い振動スピーカーが使用されており、それと同等のものを使用する。振動スピーカーは、圧力センサーに対して側面2箇所と裏面1箇所に内向きつまり体側に配置し、叩かれた際に振動を与える。これは、叩いた部位が楽

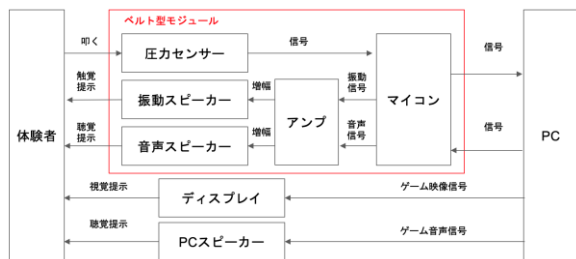


図 3: システム構成図

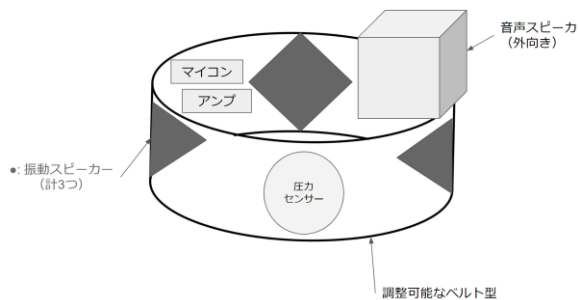


図 4: ベルト型入出力モジュールのイメージ図

器になっている感覚を与えるものである。太鼓を例に挙げると、太鼓を叩くと打面だけでなく、内部の空気や裏面、側面も振動し、特有の残響、迫力をもたらす。この感覚を、3つの振動子で打面のみでなく取り付け部位全体を揺らすことによって表現する。

4.2.6 音声スピーカー

ベルトの外側に配置し、設定した楽器の音源を再生する。設定した楽器の音源を各モジュールのスピーカーから再生することで、叩いた部位と同じ箇所から楽器の音を鳴らし、体が楽器になっている感覚を高める。

4.3 音声スピーカー・振動スピーカー

体ドラム体験では、音声スピーカーから出す音源と振動スピーカーの音源で異なるものを使用する。音声スピーカーでは、ドラム構成楽器の音源ファイルを用意し、各モジュールに設定された楽器の音源を再生する。これに対し、振動スピーカーでは音声スピーカーで使用する音源に対して一定の周波数成分を増幅した音源を再生する。

元の音源をそのまま振動スピーカーに用いる場合、バスドラムやスネアドラムは音の低周波成分が強く[6]、元の音源でも低周波成分の音が体によく伝わる[7]。一方でハイハットシンバルのように低周波成分が少ない楽器[6]は十分な振動を得られない。

この性質を考慮し、振動スピーカーから流す音源は、楽器に応じて一定の周波数成分を増幅したものを使用する。また、楽器の範囲をドラムから他の楽器に拡張し、同様の体楽器体験ができるかを模索していく。

4.4 ディスプレイ・PCスピーカー

ディスプレイ・PCスピーカーでは、ベルト型モジュールの取り付け箇所と楽器の割り当ての設定とゲーム画面

の表示を行う。ベルト型モジュールの取り付け箇所と楽器の割り当ての設定では、図5のような実際に楽器が取り付けられた人型アバターを表示する。各設定は、PCを使用し、図5のアバター上に表示させるGUIを操作して設定する。この設定には、取り付け箇所と割り当てのテンプレートを幾つか用意し、テンプレートの選択とベルト型モジュールの取り付けのみで設定を完了できるようにする。ベルト型モジュールの取り付け箇所と楽器の割り当てを自由にカスタマイズすることも可能である。

ゲームの流れは、インストラクターが体の楽器を叩くターンと体験者がインストラクターの動きを真似するターンの2つを交互に行っていくというものである。図6に示すインストラクターが体の楽器を叩くターンでは、体験者はインストラクターが叩いた楽器の振動を体感する。図7に示すインストラクターの動きを真似するターンでは、うまくたたくと成功エフェクトが出るようにする。アバターの表示に加えてタイミングよく体のドラムを叩いたかの成功判定や失敗判定、各種効果音などのゲームの詳細は、Unityによって実装を行う。

4.5 複数人の体験のインタラクション

本企画は、体ドラム体験を複数人で行うことができる。複数人で同じ楽器を担当する場合、図2のように1人が体を叩いたときに他の人が同じ楽器の振動を同時に体感する。このような振動の共有を用いれば、体ドラム体験の熟練者が初心者に振動を通じて動きを教えたり、インストラクターの動きを真似るゲームを体験者同士で行ったりするなど、様々なインタラクションを生み出すことができる。複数人で別々の楽器を担当する場合は、楽器の振動の共有は行われませんが、多様な楽器を使用して奥深い演奏体験をすることが可能である。

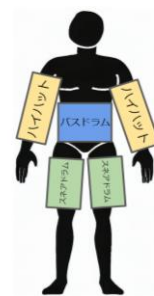


図 5: アバターのイメージ

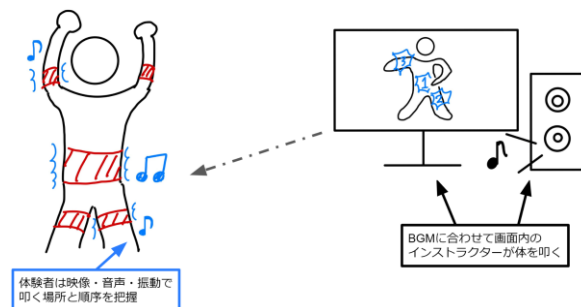


図 6: インストラクターが動きを提示するターン

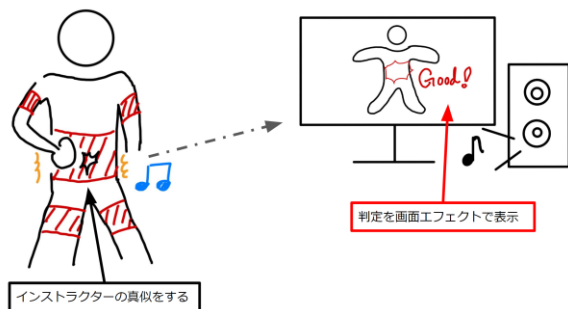


図 7: インストラクターの動きを真似するターン

5. 体験の流れ

体験者は、まずベルト型モジュールの取り付け箇所と楽器の割り当てを PC で設定する。設定が終わり、ベルト型モジュールを取り付ければ、体験者はベルト型モジュールを叩くことで実際に体ドラム体験をすることができる。ゲームをプレイするときは、遊びたいゲームを PC から選択する。複数人で体験する場合は、人数の設定とベルト型モジュールの取り付け箇所と楽器の割り当てを PC で設定し、ベルト型モジュールを取り付ければ、同様に体験を行える。

6. まとめ

本企画は、「自分の体を楽器へと変える楽しさ」を発展させ、複数のベルト型入出力モジュールを用いたゲーム形式の体ドラム体験を提案した。各モジュールに取り付けた振動スピーカーにより、ドラムの音だけでなく迫力も再現することを可能にした。

参考文献

- [1] 岡根慎治; どこでもドラム, 日本バーチャルリアリティ学会誌第 7 巻 4 号, 38page(2002)
- [2] 黒川正崇, 松本 光平, 中尾 駿太, 原 彰良, 西村 朋樹, 寺島 章宥; めざせドラムマスター, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 23th, 31C (2018)
- [3] 谷口晴哉: Augmented Sequencer; 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 25th, ROMBUNNO.3B3-26 (2020)
- [4] Enhance / Rhizomatiks / Keio Media Design; Synesthesia Suit (2016) <https://Synesthesia-suit.com/> (参照 2023-05-22)
- [5] 株式会社アクーヴ・ラボ; バイプロトランスデューサ Vp2 シリーズ (2009) http://www.acouve.co.jp/product/pd_vp2.html (参照 2023-05-22)
- [6] TRIVISION STUDIO; ミキシングで役立つ楽器ごとの EQ ポイント一覧表【DTM】(2020) <https://trivisionstudio.com/eq-theory/> (参照 2023-05-29)
- [7] ドラム人間科学理論; 本能を刺激する音=身体共鳴 (2002), <https://ks-music-drum.com/advice/drum-advice/37.php> (参照 2023-05-24)