

LuminouStep 踏み込みを可聴化するシステムの研究と開発

菊川裕也^{†1} 馬場哲晃^{†1} 串山久美子^{†1}

近年、コンピュータを用いて様々なインタフェースで音楽を演奏する新しい芸術、エンタテインメントに注目が集まっている。タップやフラメンコ等の舞踏芸術において靴はしばしば楽器としての側面を有しており、本研究では靴に着眼し、デジタル技術による拡張可能性を検討している。そこで本研究では靴に圧力センサを取り付け、ユーザの踏み込みを音楽演奏に利用するウェアラブル音楽演奏システムを提案する。また本システムでは靴の周囲にLEDを取り付けることによって、音と同期する光による踏み込みの可視化を行った。

これまで靴に種々のセンサや発光素子を配し、パフォーマンスを行う事例は報告されているが、本システムでは靴側面に数十個のLED素子を配することで、より印象的な視覚効果を提供する。また本システムでは踏み込みの可聴化と可視化を同時に行うことで、演奏者と観客双方にとって直感的な演奏パフォーマンスを提案する。

LuminouStep – An Instrumented System to Sonify Users' Steps

YUYA KIKUKAWA^{†1} TETSUAKI BABA^{†1}
KUMIKO KUSHIYAMA^{†1}

In recent years, attention has been focused on new art and entertainment to play music with various interfaces with a built-in computer. Seen in the music culture such as a tap and flamenco, shoes have a high expression potential as a musical instrument. Therefore in this study we propose a wearable music performance system that sonifies user's steps using built-in pressure sensors. At the same time this system visualizes user's steps using the full color LED mounted to the periphery of the shoes.

Although so far many instrumented shoes with sensors and light-emitting element are being reported, the feature of this study is providing impressive visual effects using dozens of LED. This system enables new expressions that sonifies and visualizes user's steps at the same time.

1. 概要

タップダンスやフラメンコといった芸術分野に見られるように、靴は古くから一種の打楽器として音楽演奏に利用されてきた。また、専門的なダンスでなくても音楽に合わせて足踏みをするといった経験は多くの人々が持っている。靴の踏み込みに応じて音が鳴るといった現象は演奏者にとっても鑑賞者にとっても直感的であり、このインタラクションをコンピュータを使い拡張することで新たな表現の可能性を提案できると考えられる。

我々は市販のスニーカーのソール部分に圧力センサを敷き、コンピュータを用いてユーザの踏み込みを検出し、それに合わせて音の再生とLED光の提示を行うシステム「LuminouStep」を開発した。また著者によるパフォーマンスという実利用を通してシステムの評価を行った。

2. 関連研究

ダンスの動きを検知し音楽を生成するといったパフォーマンスは古くから行われており、1930年ごろにはTherminが静電容量の変化を利用した演奏システムTerpsitoneを発表している。コンピュータを用いて身体動作をセンシングし音を出力するシステムに関しては1990年代よりさかん

に提案されており、ヤマハ社のMIBURI[1]のように、人の動きと音を連携させて身体情報で音を表現する手法が注目を集めている。

靴にセンサを取り付け音楽演奏を行った例としては、Paradisoらによる、Dancing Shoesの研究[2]が有名である。このシステムでは靴に多数のセンサを取り付け、16種類のパラメータを取得することにより、MIDIデータとして音を出力する。LuminouStepでは使用センサを絞り込むことでより簡易に、通常の靴と同様の操作が演奏となるような直感的なシステムの構築を目指した。

藤本[3]らは靴に無線加速度センサを取り付け、ダンスを踊りながら音楽の演奏できるウェアラブルダンス演奏システムを提案している。この研究では従来システムに多かった生データをそのまま音に変換する手法と違い動きと音の感性実験から明らかにした特性をもとに動作を2段階で認識するシステムを提案しており、ダンスのステップに応じた演奏の制御を可能としている。この研究は靴にセンサを取り付けることでユーザのジェスチャをもとに音楽を生成するシステムを提案している点で本研究の重要な先攻研究であると言える。一方で加速度センサを利用して数種のステップを検知する入力手法はこの研究においては最適な提案であると考えられるが、我々の提案ではタップダンスやフラメンコのような踏み込み動作を音楽に取り入れるインタラクションを実現するため、圧力センサを入力に採用した。またLuminouStepでは靴にフルカラーLEDを取り付

^{†1} 首都大学東京大学院システムデザイン研究科
Tokyo Metropolitan University Graduate Schools of System Design

け、踏み込みの可聴化に加えて可視化を行っている。

菅谷ら[4]の制作した靴型楽器「オトクツ」は靴型のインタフェースのなかに各足4つのセンサスイッチを内蔵し、踏み込みに応じて音の再生とLEDによる発光を提示するという点で本研究に非常に近いコンセプトを持った提案であるといえる。オトクツは介護予防やリハビリテーションへの応用を主眼において開発されており、実際に複数の幼児や高齢者に使用してもらって評価実験を行った上で、多くのケアマネージャーから介護予防やリハビリテーションに非常に有効であるという評価を得ている点など興味深く、靴型インタフェースの高いエンタテインメント性が伺える。一方でオトクツは長さ300mm、幅120mm、厚さは70mm、重さ700g(片足)という、靴として日常使用するとしては比較的大きいインタフェースである。本研究では日常的に使用される靴にセンサ等の回路を外付けすることでシステムを完結させている分、インタフェースを装着しながら日常と同じように歩行することができる。また、オトクツの演奏では演奏者は常時椅子に座って行われている。一方で本研究では立った状態のユーザの踏み込みを演奏に利用している。

3. 実装

3.1 実装要件

本研究では踏み込みを可聴化し音楽表現に利用するインタフェースを開発するにあたって、次のような実装要件を提案する。

- ① 装置は通常の靴に取り付けられ、ユーザは普段通り歩くことができる
- ② 踏み込みに応じて音が再生され、打楽器のようにリズムカルな演奏が可能である
- ③ 演奏に応じてLEDが発光し演奏の可視化を行う
- ④ プログラムによって様々な音の再生や色の発光が可能

3.2 使用機材・部品

プロトタイプ制作に当たって主に使用した機材・部品は以下の物である。

- 市販のスニーカー一足
- パーソナルコンピュータ (Mac OSX)
- ステレオスピーカ
- Arduino Fio 2個[5]
- XBEE シリーズ1 3個
- XBee エクスプローラ USB ドングル
- リチウムイオンポリマー電池 850mAh 2個
- 圧力センサFSR406 2個[6]
- フルカラーシリアルLEDテープ



図1 インタフェース側面

Figure 1 The Side of Interface.

3.3 実装

プロトタイプハードウェアの実装は図1のように、市販のスニーカーの側面に各部品を取り付けていく形で行った。また各スニーカーのソール部の爪先付近と踵付近にそれぞれ圧力センサを取り付けた。

ソフトウェアの開発はArduino IDE[7]とopenFrameworks[8]を用いて行った。左右のスニーカーに取り付けられたArduinoは圧力センサの値を取得し、変化があればXBeeを通してMac内のopenFrameworksで開発されたアプリケーションへ値を無線送信する。このアプリケーションはセンサ値の大きさと加速度の変化から踏み込みを計測し、音の再生を開始する。このシステムには4つの圧力センサが実装されており、センサ毎に別々のサンプル音を再生する。サンプル音の再生にはopenFrameworks用に開発された音処理用のクラスofSoundPlayer[9]を使用しており、プログラム内の指示により様々な音ファイルの再生が可能である。Mac内で生成された音はMacに接続されたステレオスピーカによって出力される。また音の再生開始と同時にXBeeを通して左右のスニーカーにLED発光を指示するメッセージを送信する。左右のArduinoはメッセージに従ってフルカラーシリアルLEDを様々な色に発光させる。

4. 実利用による評価

以上のような実装を行った上で、2014年6月にバルセロナで行われたMusic Hack Day Barcelona[10]にてLuminouStepを用いたパフォーマンスを行った(図2)。提案手法により、踏み込みのタイミングに合った音が出力され、踏み込む足に応じて違った音と光が提示されるパフォーマンスにより、観客から歓声があがっていた。本システムのパフォーマンスにおける可能性が示唆された。

5. 展望

本研究では圧力センサをスニーカーのソール部に取り付け、

ユーザの踏み込みに応じて音を再生・LEDを発光させるシステムを提案した。また、実利用を通じて本システムは演奏者にとっても鑑賞者にとっても直感的なパフォーマンスを提供可能であることが確認された。

今後の展望として、より通常の靴としてしよのできるようなハードウェアの小型化、また多くの人がシステムを利用できるようなアプリケーションの開発を試みたい。また、今回の実装では各圧力センサの値を独立に分析し踏み込みを検出したが、これらの値を総合的に分析することで踏み込み以外のジェスチャも検出しパフォーマンスに使用できる可能性がある。そのような試みを通して、より直感的で魅力的なインタフェース開発を行ってきたい。

7) Arduino

<http://www.arduino.cc/>

8) openFrameworks

<http://www.openframeworks.cc/>

9) ofSoundPlayer クラス

<http://www.openframeworks.cc/documentation/sound/ofSoundPlayer.html>

10) Music Hack Day Barcelona

<http://new.musichackday.org/2014/barcelona/>



図 2 Music Hack Day Barcelona 2014 におけるパフォーマンスの様子

Figure 2 The Sate of Performance in Music Hack Day Barcelona 2014.

参考文献

1) YAMAHA 「MIBURI」 ホームページ

<http://www.yamaha.co.jp/design/products/1990/miburi/>

2) Aylward, R. and Paradiso, J.: Sensemble: A Wireless, Compact, Multi-User Sensor System for Interactive Dance, Proc. International Conference on New Interface for Musical Expression (NIME'06), pp.134-139 (2006).

3) 藤本 実, 藤田 直生, 竹川 佳成, 寺田 努, 塚本 昌彦: ウェアラブルダンス演奏システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌 03875806 情報処理学会, Vol.50, No.12, pp.2900-2909 (2009).

4) 菅谷 論, 的場, やすし, 喜納, ロビン 政志: ユニバーサルデザインを考慮した靴型楽器(オトクツ)の開発とその介護予防への応用, ものづくり大学紀要(2), ものづくり大学, 11-14, (2011)

5) Arduino Fio,

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio>

6) 圧力センサ FSR 406,

<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-04158/>