

ユーザによる回転動作の記録と再生が可能な

ノブ型音楽インターフェース

Knob-Type Musical Interface that Can Record and Playback User's Rotational Motion

1w143082-3 等力 桂 指導教員 橋田 朋子 准教授

TORIKI Kei Assoc. Prof. HASHIDA Tomoko

概要：ノブ型音楽インターフェースは、可変抵抗器やロータリエンコーダなどの回転操作型の電子部品を用いることで、入力としてユーザの手による回転動作を記録可能である。一方、出力として回転動作を再生することはなかった。そこで本研究では、回転動作の記録と再生が共に可能なノブ型音楽インターフェースを提案する。具体的には、入力部に用いる可変抵抗器の回転角をDCモータによって制御することで可変抵抗器自体を出力部としても使用する回転角制御機構を用いることで実現した。本システムを用いることで、ユーザによる回転動作を音楽制作ソフトにMIDIデータとして記録可能であり、さらに記録されたMIDIデータを回転動作の自動出力として再生可能である。また、モータの最適駆動電圧を求めるため、ノブが複数の水準に到達し収束するまでの時間を駆動電圧毎に計測する実験を行った。

キーワード：音楽インターフェース、回転動作、ノブ、記録、再生

Keywords: Musical Interface, Rotational Motion, Knob, Record, Playback

1. はじめに

音楽インターフェースには、取得できる動作の種類に応じて、直動型やノブ型など異なる形状のものがある。直動型音楽インターフェースは、DCモータを内蔵するモータフェーダを組み込むことで、ユーザの直線的な操作を取得する入力として用いることも、直線上の任意の位置に自動で動く出力として用いることもできる。一方、ノブ型音楽インターフェースは、可変抵抗器やロータリエンコーダなどの回転型の電子部品を組み込むことで入力としてユーザの回転動作を取得可能であるが、回転動作の自動出力は必ずしも実現されていない。そのため、過去に記録した状態を再現できないなど、操作性に問題がある。そこで筆者は、入力に用いる可変抵抗器の回転角をモータによって制御することで、可変抵抗器自体を出力部としても使用できる回転角制御機構を考案し、この機構を用いた新たなノブ型音楽インターフェースを提案する(図1参照)。

2. 関連研究

アクチュエータの制御により入力部を物理的に動かす音楽インターフェースはPocoPoco[1]やThe FireFader[2]など複数提案されている。しかし、これらはいずれも直線状の動作



図1. 提案システムの概形

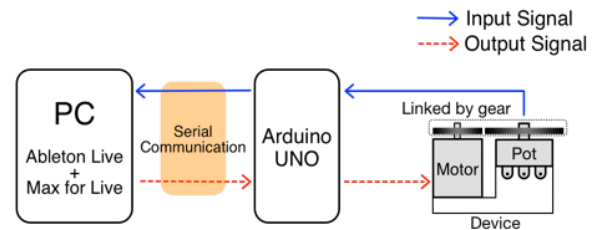


図2. システム概要

のみ出力可能であり、本研究とは異なる。また、前者は押し込み動作の入力を浮き上がり動作として出力する装置であり、入力と出力に整合性がない。Jamming Gear[3]という回転動作を出力可能な音楽インターフェースは存在するが、ユーザの手による回転動作を入力として扱わないため本研究とは異なる。

3. 提案手法

本研究で提案するシステムは、ユーザの手による回転動作の記録と、回転動作の自動出力による再生が可能なノブ型音楽インターフェースである。本システムでは、これら二つの機能を一つの装置に集約して実現することを目指す。そこで入力の回転角度を取得するための可変抵抗器とモータをギヤで連結し、可変抵抗器の回転角の取得と回転角の自動制御を行う。本システムの概要を図2に示す。

4. 実装

本システムは、可変抵抗器の回転角を、取得する入力部と、自動制御する出力部によって構成される。

4.1 入力部

入力部では可変抵抗器の回転角に応じた抵抗値を取得する。抵抗値はマイコンとして用いたArduino Unoのアナログ

入力ピンによって電圧を測定することで取得した。取得したRAWデータをMIDIデータとして扱うために128段階のデータに圧縮し、シリアル通信を介してAbleton Live内で起動したMax for Liveに送る。

4. 2 出力部

出力部ではDCモータによる、可変抵抗器の回転角制御を行う。記録された回転動作を自動出力するために、Ableton Live内に記録されたMIDIデータを5[ms]毎にシリアル通信を用いてArduinoに送信する。この値をモータ制御の目標値として設定し、可変抵抗器の抵抗値と比較する。その後、目標値と抵抗値の差が少なくなる方向へDCモータを回転させる。この際、差に比例した値の電圧でモータを駆動するためにPWM制御を行う。最終的にノブを振動させることなく目標値に収束させるために、目標値のMIDIデータとの差の絶対値が1となる領域をDCモータの停止範囲として指定した。

5. モータの最適駆動電圧決定実験

5. 1 概要

本実験では、ノブが左端に回転しきった状態から、回転角の各水準に到達し収束するまでの時間をモータの駆動電圧毎に計測することで、最適なモータの駆動電圧を決定する。回転角に関しては128段階のMIDIデータを均等に分割することで8つの水準(15, 31, 47, 63, 79, 95, 111, 127)を用意する。駆動電圧に関しては2.0[v]から0.1[v]間隔で最大2.4[v]まで5つの水準を設ける。

5. 2 結果と考察

モータの駆動電圧ごとの各回転角への移動時間の結果を図3に示す。実験の結果、駆動電圧が2.2[v]の際の8つの水準の平均移動時間が441.3[ms]と最も短くなるため、この値を最適な駆動電圧とする。駆動電圧が2.2[v]より低くなると反比例して平均移動時間は長くなった。これは、駆動電圧が低くなるとモータの駆動速度が低下することが原因であると考えた。また、駆動電圧が2.2[v]より高くなると比例して平均移動時間は長くなった。これは、図3より駆動電圧が2.3[v], 2.4[v]の場合に水準毎の到達時間のばらつきが大きくなっていることから、モータの駆動速度の上昇により停止範囲を超えてしまう頻度が増加し、目標値に収束するまでに時間がかかるためと考えた。

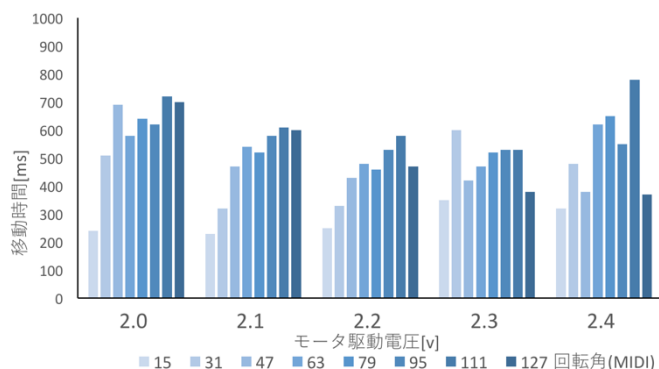


図3. モータの駆動電圧と回転角毎のノブの移動時間

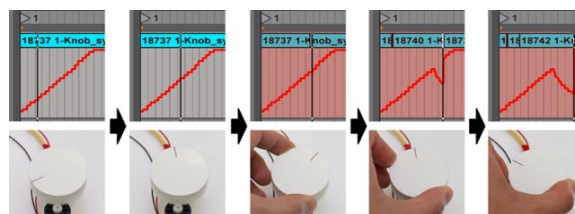


図4. 上書き実行時のMIDIデータとノブの時間的变化

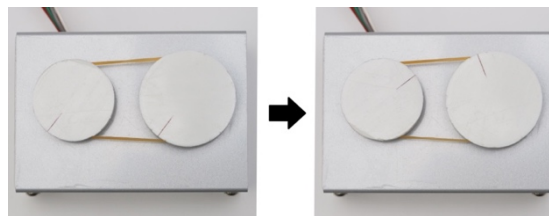


図5. ノブの物理的な連結による回転動作の複製

6. アプリケーション

6. 1 過去の回転動作に対する実世界上での動作の上書き

提案システムを用いることで、実世界上で過去に記録された回転動作に対する動作の上書きがリアルタイムで可能となる。具体的には、ユーザは過去に記録された回転動作を目視で確認しながら、回転動作を上書きしたいタイミングでノブを操作することで、その時点から新たに回転動作の記録を開始することができる(図4参照)。

6. 2 ノブの物理的な連結による回転動作の複製

提案システムを複数並べ、輪ゴムなどを用いて隣り合うノブを物理的に連結することで、片方のノブによる回転動作の自動出力をもう片方のノブに複製することが可能となる。回転動作の自動出力を行うノブを異なる直径のノブに変更すると、もう一方のノブの回転量を変化させることができるなど、実世界の物理的な要素によってソフトウェア内のパラメータを制御することも可能となる(図5参照)。

7. まとめと今後の展望

本研究では、ユーザによる回転動作の記録と再生が共に可能なノブ型音楽インターフェースを提案した。今後の展望としては、角度指定が可能で目標値への収束動作を必要としないステッピングモータを制御用のモータとして利用することが挙げられる。

参考文献

- [1]金井隆晴ら, PocoPoco:実物体の動きを利用した楽器演奏インタフェース, 情報処理学会論文誌 Vol. 53, No. 3, 2012, p. 1050-1060.
- [2] Edgar Berdahlら, The FireFader: Simple, Open-Source, and Reconfigurable Haptic Force Feedback for Musicians, Computer Music Journal Volume.37, Issue 1, 2013, p. 23-34.
- [3]Jamming Gear, <http://kanno.so/jamming-gear/>, Accessed in December, 2017.