

# 音響信号に対応したフットスイッチ式自動伴奏システムの評価

○安部綾太, 木村敏幸 (東北学院大学)

## 1. はじめに

木村研究室ではこれまでにコンピュータが人間のペダル操作に合わせて演奏の開始や停止を行う自動伴奏システムを提案し、フットスイッチと MIDI を用いたシステムを開発・評価してきた [1]. 本研究では、音響信号を用いた提案システムの開発・評価を行う。

## 2. 開発

### 2.1. 開発環境

提案システムの開発環境を Fig. 1 に示す。デスクトップ PC に 2 台のディスプレイと 2 台の USB フットスイッチ(Route-R RI-FP3MG & Route-R RI-FP3BK)が接続されており、USB で接続された MIDI 音源付オーディオインターフェース(Roland SC-D70)を通して演奏音が再生される。プログラミングソフトウェアには Max [2] Ver. 8.0.2 を用いた。

### 2.2. システム概要

Fig. 2 に Max で作成した従来法及び提案法のプログラムを示す。曲は星野源の「アイデア」[3]の一部を Domino [4]で打ち込んだ MIDI ファイルを MIDI 音源付オーディオインターフェースで録音して wav ファイルに変換した。

従来法では、まず左のスイッチを踏むと 1 曲全てのオーディオファイルが再生され、同時に 1 目目のタイマー(timer1)が作動する。次に中央のスイッチを曲中で踏むと timer1 が停止し、timer1 の



Fig. 1 開発環境

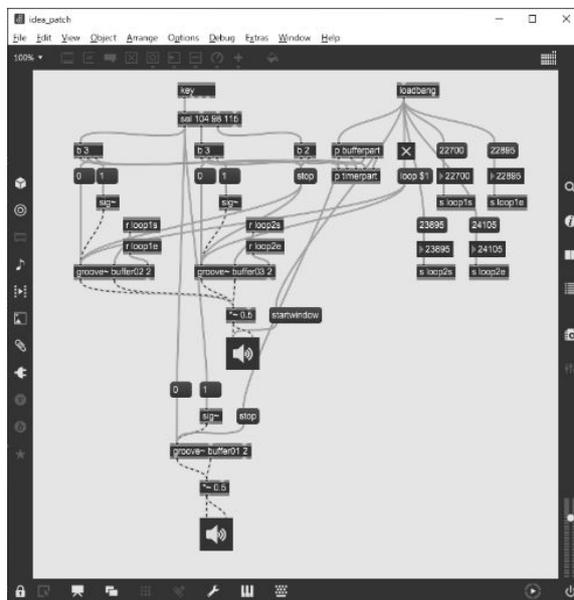


Fig. 2 Max プログラム

動作時間(ms 単位)が表示された後、2 目目のタイマー(timer2)が作動する。最後に右のスイッチを曲の終わりで踏むと timer2 が停止し、timer2 の動作時間(ms 単位)が表示される。

提案法では曲が 2 つのオーディオファイルに分割されており、まず左のスイッチを踏むと 1 目目のオーディオファイルが再生される。次に中央のスイッチを踏むと 2 目目のオーディオファイルが再生される。その際、1 目目のオーディオファイルの最後のごく短い時間をループ再生させることにより、中央のスイッチを踏むまで最後の音が鳴り続けているように聴こえる。最後に右のスイッチを踏むと停止する。その際、1 目目のオーディオファイルと同様にして、2 目目のオーディオファイルの最後のごく短い時間をループ再生させることにより、右のスイッチを踏むまで音は鳴り続ける。

## 3. 評価実験

### 3.1. 実験手順

被験者は 12 名で、実験前にスイッチの操作方法と踏むタイミングを説明した。被験者は従来法を 2 回、提案法を 2 回の計 4 回演奏を行い、本来のスイッチを踏むタイミングと実際にスイッチ

Table 1 評価実験における5段階評価

5	タイミングが合っていた
4	タイミングが大体合っていた
3	どちらとも言えない
2	タイミングが少しずれていた
1	タイミングがずれていた

を踏んだタイミングとの時間差を測定した。また、演奏を1回終わるごとにスイッチを踏んだタイミングについてTable 1に示す5段階評価で自己評価を行った。演奏順序は被験者ごとにランダムにランダムにした。

### 3.2. 実験結果

Fig. 3に時間のずれの測定結果を示す。平均に両側 $t$ 検定,分散に等分散検定を実施したところ、テンポが存在する曲中では有意差が見られず、テンポが存在しない曲の終わりでは5%水準で有意差が見られた。曲中ではタイミングを計りやすいが、曲の終わりでは最後の音を停止する手掛かりがないため、提案法ではばらつきが大きくなったと考えられる。

Fig. 4に5段階評価の結果を示す。両側 $t$ 検定を実施したところ、曲中では5%水準で有意差が見られ、曲の終わりでは有意差が見られなかった。今回の実験では被験者は曲中は正しいタイミングより0.8秒程度前でスイッチを踏んでいる。そのため、従来法は演奏しづづけているのでタイミングが合っていると感じやすいが、提案法では前のタイミングでスイッチを踏むと演奏のテンポが不自然になるため、提案法の方がタイミングが

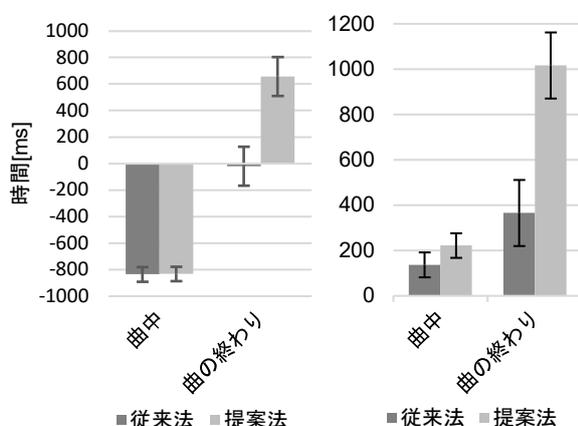


Fig. 3 時間のずれの結果 (左:平均, 右:標準偏差)

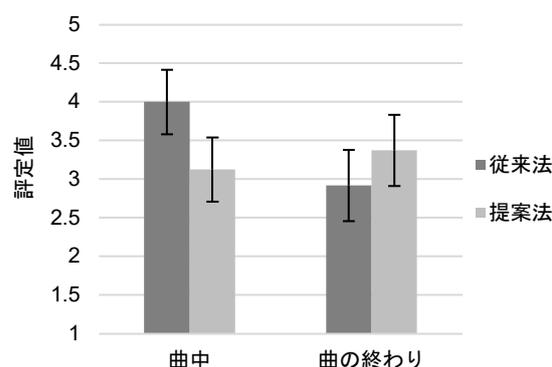


Fig. 4 5段階評価の平均

合っていないと感じたと考えられる。一方、MIDIを用いた提案システムの評価を行った先行研究[1]では、曲の終わりの評価が高くなっていて、今回の実験では曲の終わりでは有意差が見られなかった。これはMIDIと音響信号を用いた提案システムにおける音を鳴り続けさせるための仕組み(MIDIはホールドのコントロールチェンジメッセージ、音響信号はループ再生)に違いがあるためだと考えられる。

### 4. まとめ

本研究ではフットスイッチの操作に合わせて音響信号による演奏の開始や停止を行う自動伴奏システムを提案し、評価実験を行った。その結果、MIDIと音響信号を用いた場合では評価結果が異なる可能性が示唆された。

今後は、MIDIを用いたシステムとの比較評価や音響信号のループ再生について突き詰めていく必要がある。

### 参考文献

- [1] 安部綾太, 木村敏幸, "フットスイッチを用いた自動伴奏システムの検討," 第2回東北地区音響学研究会発表資料, No. 2-7, pp. 1-4 (2019).
- [2] Max, <http://cycling74.com/products/max/>.
- [3] 青木紀, バンドスコア「アイデア/星野源」, 株式会社フェアリー, 東京 (2018).
- [4] Domino, <http://takabosoft.com/domino>.

#### 【連絡先】

氏名: 木村敏幸  
 所属: 東北学院大学工学部  
 所属地: 宮城県多賀城市中央 1-13-1  
 TEL: 022-368-7249, FAX: 022-368-7070  
 E-mail: t-kimura@m.icice.org