

音声処理技術を用いた演奏を自動評価可能な 雅楽・龍笛の学習支援システムの構築

Development of Learning Support System for playing Ryuteki in Gagaku with Automatic Evaluation using Sound Processing Technology

植野 泰史^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Yasushi UENO^{*1}, Masato SOGA^{*2}

^{*1}和歌山大学大学院システム工学研究科

^{*1} Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2}和歌山大学システム工学部

^{*2} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236034@wakayama-u.ac.jp

あらまし：龍笛とは、日本古来の伝統音楽である雅楽における吹奏楽器の一つである。この楽器は初心者にとっては演奏技術を習得するのが難しいものである。龍笛の演奏技術を習得するには熟練者に学ぶのが一番良いが、雅楽は特に時間的または費用的な制約のために、その機会は限られている。そこで、本研究では、音声処理技術を用いて、初心者が龍笛を演奏すると、その演奏の音の高さやタイミングが正しいかどうかを自動的に判定し、結果のフィードバックを提示するシステムを構築し、これにより龍笛の演奏技術の上達が期待できそうかについての研究を行った。

キーワード：龍笛, 雅楽, 学習支援, 音声処理技術, フーリエ変換

1. 研究背景



図 1 龍笛

雅楽とは、奈良時代ごろにアジア諸国から伝来し、平安時代に現在の形態に確立された日本の伝統音楽である。そこで用いられる楽器の一つである龍笛は、竹で作られた横笛で、主に副旋律を担当する(図1)。

龍笛を演奏できるようになるために必要な技術の多くは、西洋音楽にはない特有のものである。とくに、雅楽の譜面は五線譜ではなく、図2のような縦書きの譜面であり、初心者がこの譜面を正しく読み、それを正しく演奏するのは困難であるといえる。

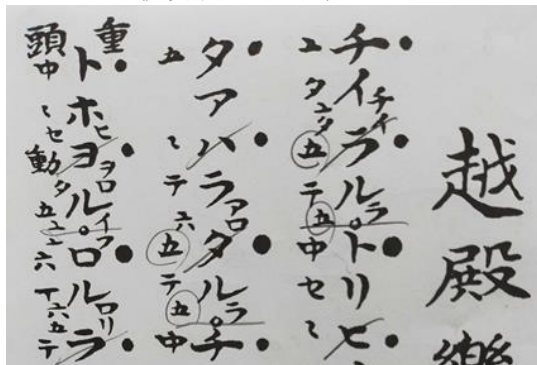


図 2 龍笛の譜面の例

また、龍笛に限らず、雅楽の演奏に関する教材が少なく、習得するために基本的には熟練の講師に指導してもらうしかないため、時間的・費用的な制約が強く、その点においても雅楽の習得は難しいといえるだろう。

2. 研究目的

そこで本研究では、初心者が講師の助けなしで自主的に学習をするときにおいても、正しく演奏ができていくかどうかの判断ができ、演奏技術の習得ができる学習支援システムを構築する。具体的には、音声処理技術を用いて、演奏の音の高さとタイミングが楽譜と一致しているかどうかを判定し、その結果をフィードバックするシステムの構築を行った。また、このシステムを使用したことによる学習効果を検証し、設計方法論の良し悪しを確認することが本研究の目的である。

3. 関連研究

これまで行われてきた楽器演奏の学習支援システムとして、竹川らは、ピアノの運指認識技術を活用して演奏者の運指を逐次チェックし、演奏に必要な情報を直観的に提示することで、打鍵位置や運指の習熟を高めるシステムの構築を行った(1)。また、菊川らは、磁気式位置センサを用いて二胡やバイオリンなどの擦弦楽器の演奏中の弓の位置と角度を計測し、初心者が擦弦楽器の演奏スキルを習得できる学習支援システムの構築を行った(2)。これらの研究では、ピアノや二胡といった手や腕の動作によって演奏を行う楽器を対象としていたが、龍笛については楽器の内部に息を吹き込むことによって音を鳴らす吹奏楽器であるため、先行研究のように身体の動作を計測することでは正しい音が鳴らせているかどうかの評価を行うことができない。そのため本研究で

は、吹奏楽器に対して演奏の評価を行う手段として、音声処理技術を用いることで鳴らした音を直接的に評価することとした。

4. システム概要

本システムは、プログラミング言語 python を用いて実装を行った。python 内にある pyaudio というライブラリを用いて、マイクに入力された音をデジタルデータ化し、そのデータをフーリエ変換する。これによりその波形の周波数スペクトルが得られるため、その値をもとに音階を求めることができる。この処理を繰り返すことで、音の高さや音の大きさが楽譜データと一致しているかどうかによって演奏が正しくできているかどうかの判定を行う。

本システムを起動すると、演奏する譜面とシステムについての説明が画面に表示され、画面下部の「次の行へ」ボタンを押すことで練習したい譜面を選択し、「スタート」ボタンを押すことで音の記録を行う。画面左側の数字が一定時間ごとに上から順番に光るため、譜面の拍数と光った数字を合わせて演奏を行うことによって演奏の判定に使用する音の情報の記録を行う。

画面に表示されている部分の演奏が終わると、記録した音のデータと譜面のデータを照らし合わせて、譜面の拍ごとに音の高さや音の切り替わるタイミングが一致しているかどうかの判定を行う。その結果は図4のように、緑色に光っていれば正しい音、灰色ならば音間違いやタイミングのずれが起きているなどといった風に、画面左側の数字の色の変化によって表示をする。演奏者はこの色の変化を見て正しい演奏ができるように練習を繰り返してもらうことで、龍笛の演奏の学習を進めていく。

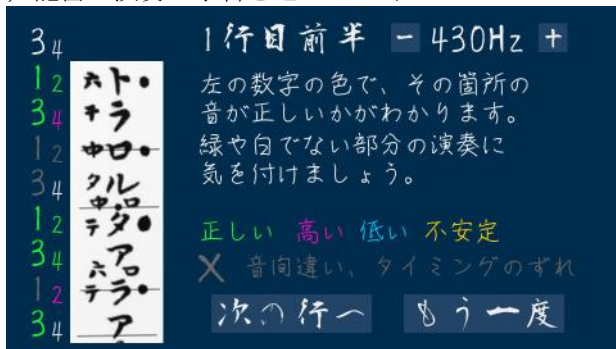


図3 システム画面

5. 評価実験とその考察

本システムの評価実験においては、初心者・経験者を問わず龍笛の演奏経験のある男女4名の被験者に実際に本システムを利用してもらい、本システムを用いることで龍笛の演奏の上達が期待できるかどうかを、システムのユーザビリティに関する評価とシステムの性能や機能面に関する評価に分けて本システムの有用性について調査を行った。

まず、システムのユーザビリティに関する評価として、System Usability Scale(SUS)を用いて評価を行った。今回の被験者4名の評価は、以下の図5のよ

うになった。4人の平均値は70.6であり、標準偏差は21.8となった。この結果から、おおむねこのシステムは使いやすいと感じた人が多いが、一部の人の人にとってはとても使いにくいと感じたものであったため、より老若男女問わず使いやすいデザインにしなければならないだろうということが推察される。

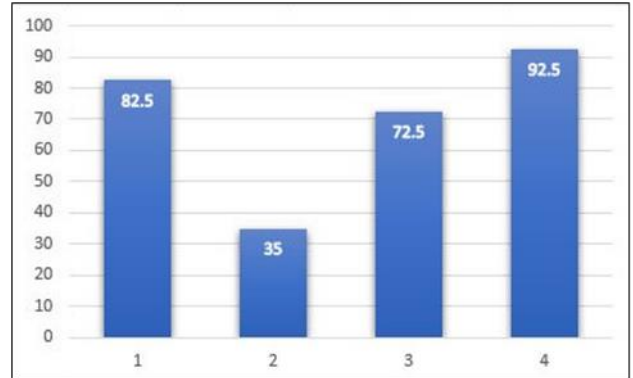


図4 SUSの得点図

また、システムの性能や機能性に関する評価を得るため、選択式の質問4題と自由記述式の質問によるアンケートを行った。選択式の質問では、主に音の高さやタイミングを用いた演奏の評価が役に立つと感じられたか、このシステムを用いることで、自分の演奏の改善が期待できそうかについて尋ねたが、この項目に関してはすべての人から高い評価をいただいたため、この手法自体に対しては賛同を得られたと認識している。

自由記述式の質問からは、このシステムにほかに取り入れてほしいことや、改善してほしいことについてのアンケートを行った。その中には、数字の色だけでなく、テキストによる演奏の評価も付け加えてほしいという意見や、このシステムの計算方法では、演奏に雅楽らしい表現を入れてしまうと正しい評価を得られないということについての意見が挙げられた。このシステムでは、フーリエ変換によって取得した周波数スペクトルのデータを、さらに単純な音の高さのみのデータに変換して演奏の評価を行っていたため、雅楽らしさについての評価することができなかった。これについての評価を行うには、周波数のデータを基にして機械学習などによる評価を行うといった、今回作成したシステムでは取り入れることのできなかったより高度な技術を利用して評価を行う必要があると考えられる。

参考文献

- (1) 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築, 情報処理学会論文誌, 第52巻, 第2号, pp.917-927,2011.
- (2) Fumitaka Kikukawa, Masato Soga, Hirokazu Taki : Development of a Gesture Learning Environment for Novices' Erhu Bow Strokes, KES 2014:1323-1332, 2014.