

気体流量センサを用いたクラリネット練習システム

Clarinet Practice System Using Gas Flow Sensor

尾崎真由子 (22011077mo@tama.ac.jp)

概要：楽器演奏の上達には練習が必ず必要となる。しかし、自由に楽器演奏をすることができる環境を得ること、より効率的に上達する方法を見つけることは難しい。本企画では、息の流量を取得し、息が吹かれていること・息のタイミング・息の長さ・息の強弱を分析することで、楽器演奏体験が可能なシステムを構築する。

キーワード：クラリネット、息の流量、演奏体験

1. 目的

本企画では、プレイヤーにVRでのクラリネットの演奏を体験してもらうことで、息の使い方・肺活量・リズム感などの楽器演奏に必要な技術を身につけることを目的としている。

楽器演奏の上達には練習が必ず必要となる。しかし、自由に楽器演奏をすることが可能な時間や場所を確保することは難しい。また、練習をする際には明確な指標や自らの演奏を評価することが必要となる。筆者も実際に楽器演奏の練習をしていたが、近隣住民への騒音対策のため練習できる時間は限られていた。また、練習をする際に指標となるものは僅かであり、楽譜や音程・テンポのみを表示する機器であった。さらに、自分の演奏の評価を自ら行うことは非常に困難であった。この経験から、どんな環境でも自由に楽器練習が可能になり、楽器演奏の上達をより効率的にできる手段を提供するため、この企画を立案した

2. 企画概要

実際の楽器演奏では、息・運指・リードの使用などが必要となる。本企画では、その中で息の流量に注目して、楽器演奏を体験してもらう。実際の楽器演奏においては多くの点に注意しなければならないが、本企画では息が吹かれていること・息のタイミング・息の長さ・息の強弱に着目した。この4点によって、楽器演奏の評価を行う。また、楽器練習を行う際の指標として、息の流量のグラフの表示を行う。以上によって、息の流量を使用した楽器演奏体験の再現を目指す。

3. システム概要

本企画で提案するシステムを、図1-図3に示す。ユーザーは管から息を吹き込みその結果をディスプレイから確認する。余裕があればVRを導入し、クラリネットの表示、入力装置とクラリネットの連動、グラフの表示、結果の表示などを行う。音の出力、停止の判定は、気体流量計の出力でおこなう。息を吹いていないとき、強く吹いたとき、弱く吹いたときの平均値と標準偏差を実測した(図4)。

(サンプル数：なし 5000, 弱 1000, 強 1000)「弱く吹く」「強く吹く」については、楽器経験者として p と f に相当すると感じられる息をできるだけ定速で吹き込んだ。実験結果から、息の有無・強弱を十分判別できることがわかった。

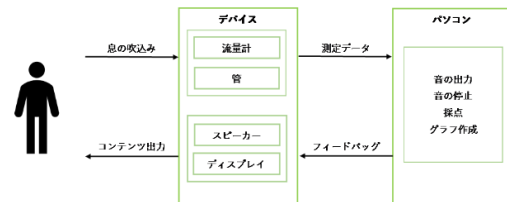


図1：システム構成

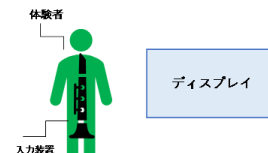


図2：体験時のイメージ

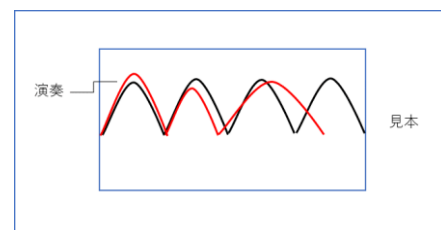


図3：ディスプレイ（体験時）



図4：計測値の平均値・標準偏差（グラフ）

4. 技術

4.1. 息の流量の検出

息の流量は、気体流量計とマイクロコンピュータ [1] [2] を使用することで計測した。このために、電子回路の作成を行った。マイクロコンピュータが流量計からデータを受け取り、シリアル通信で送信するプログラムを作成した。

流量計の出力電圧は、電源電圧 5 [V] で 90 - 115 [mV] である。実際には、電源電圧が 3.3 [V] であるため、さらに出力電圧は低く、A/D 変換器の入力レンジである 0 - 1 [V] に対して精度が低くなる。このため、非反転増幅回路を使用し出力電圧を 18 倍にした。また、PC がデータをシリアルポートから受け取るプログラムを作成した。入力装置を図 5 に示す。

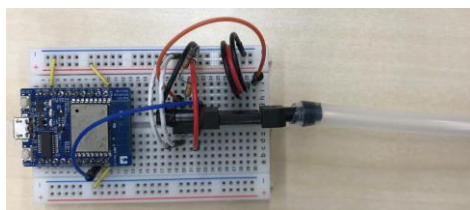


図 5 : 入力装置

4.2. 音楽データの作成

演奏を行うには、音の高さ・長さ、大きさのデータが必要である。一音ごとにデータを入力することは困難であるため、実際の音源を使用し MIDI 変換を行うことでこれらのデータを入力した。また、MIDI 編集ソフト [3] を使用した音の高さ・長さ・強弱の編集を行った。

4.3. グラフの作成

見本・演奏時のグラフの作成を行った。演奏時のグラフはリアルタイムで作成を行う。見本のグラフは、音源を WAVE 変換し音量を取得することで作成した。演奏時のグラフは、流量計から得たデータを使用することで作成した。

4.4. 曲の演奏システム

曲の演奏には、息を吹いている時に音を出す必要がある。息を吹いているのか吹いていないのかを判定する関数の作成を行った。流量計から得たデータによって検出された息の強さにもとづいて、音源の MIDI データから音の高さ・長さ、大きさのデータを使用し曲の演奏を行うプログラムを作成した。

5. チャレンジ

本企画の技術的なチャレンジについて述べる。音の再生を行う際に、音量は流量に比例して再生される必要がある。しかし、音量の異なる音の再生を行うために、それぞれを音量の異なる別の音符として再生を行うと、音符のつながりで不自然に音が途切れてしまう。音が途切れたことを認識されにくくするシステムを開発した。

2つの音 A,B の音の再生を行う際、A を再生・停止した後 B を再生するのではなく、A を再生した後、B を再生

した直後に A の再生を停止する。また、音符の途中で音量のなめらかな変化を表現するため、一つの音符を音量の異なる 10 個の音符に分割して出力している。

6. オリジナリティ

類似製品として、電子管楽器がある。 [4] [5] [6]

電子管楽器との差別化ポイントは、3つある。流量のグラフの見本を見ながら演奏を行うこと、演奏したデータをリアルタイムでグラフに描画するため見本と比較しながら演奏を行うこと、演奏の採点や分析を行うことである。

7. 実現可能性

現在の進捗状況を図 6 に示す。並び順は優先度降順とし、現段階で実現しているものは”○”、まだ実現していないものは”×”と表す。

音源のMIDI変換	○
音楽データの作成 (音の高さ・長さ・強弱)	○
見本の曲の再生	○
音源のWAVE変換	○
見本の曲の音量グラフの作成	○
キーの入力で曲を進める	○
息の流量入力装置の作成	○
流量データの出力	○
息の流量の測定	○
息の流量のグラフをリアルタイムで作成	○
息を吹き込み曲を進める	○
採点システム	×
結果の表示	×
クラリネットの表示 (VR)	×
クラリネットと入力装置の連動 (VR)	×
グラフの表示 (VR)	×
結果の表示 (VR)	×

図 6 : 実現可能性

8. 参考文献

- [1] FS1012 データシート
<https://www.renesas.com/us/en/document/dst/fs1012-datasheet> (ルネサスエレクトロニクス)
- [2] ESPr Developer
<https://www.switch-science.com/catalog/2500/>
(スイッチサイエンス)
- [3] MIDI シーケンサー・MIDI 編集ソフト『世界樹』
<https://openmidiproject.osdn.jp/Sekaiju.html>
- [4] EWI SOLO
<http://ewi.akai-pro.jp/ewi-solo/>
- [5] デジタルサクソ YDS-150
https://jp.yamaha.com/products/musical_instruments/winds/digital_wind_instruments/yds_series/index.html
- [6] Aerophone Pro
https://www.roland.com/jp/products/aerophone_pro/