

## 実時間エキスパートシステムによる純正律音楽表現の実現

北川尚希† 白井治彦‡ 黒岩丈介† 小高知宏† 小倉久和†  
‡ 福井大学工学部 † 福井大学大学院工学部研究科

### 1 はじめに

本研究では純正律での演奏が可能な楽器の作成を行う。その過程の 1 つとして今回は演奏途中にリアルタイムでピッチの調整を行えるようなプログラムの開発を行った。平均律で演奏されたメロディーを基準音とし、その音に対して協和する和音を重ねることで純正律を再現する。また本研究では DTM による再現を行っており、C 言語を使用し GUI のアプリケーションを作成した。音楽ファイルとして MIDI を使用し、リアルタイムでのピッチの調整を自動で行うのが目標である。

### 2 平均律と純正律

#### 2.1 平均律

平均律とは、ある 1 音を基準としてその音からの 1 オクターブを同じ周波数比で 12 等分した音階である。隣り合う音同士の周波数比率は  $1 : \sqrt[12]{2}$  で表される。各音の音程の幅が一定であるため楽器の調律をし直すことなく転調・移調が可能である。しかしそれと同時に、完全に協和する和音の演奏ができないという特徴もある。

#### 2.2 純正律

一般的に音楽では和音を構成した音が単純な周波数比であるほど協和して聞こえるとされている。たとえばオクターブ音は  $1 : 2$ 、完全五度の和音は  $2 : 3$  となる。このような音程を純正音程と呼び、この純正音程を使用して作られている音階が純正律である。

また、純正律は基準となる音の調性に関しては協和する和音を演奏できるが、そのほかの調性の和音に関しては不協和な音になってしまう場合が多い。そのため、演奏する和音の調性が変化するたびにチューニン

グをその調性の純正律へと調整し直さなければならなくなり、実際の楽器の演奏ではほぼ再現不可能である。そこで本研究では DTM (Desk Top Music) を使用して純正律演奏可能な楽器の作成を行う。

#### 2.3 本研究での手法

本研究では、平均律で作成したメロディーに純正律で和音を付加した形で曲を記述する。この際、元となる音が純正律ではないため、和音の音を一つ一つ計算によって求め、周波数を調整するという作業が必要となる。

この方法で作成した純正律の和音の周波数と同じ和音の平均律での周波数とを比較した。表 1 は C メジャーの和音の場合である。和音の根音である C の音を平均律でとり、その音に対して長 3 度の音である E の音を周波数比  $4 : 5$ 、完全 5 度である G の音を周波数比  $2 : 3$  でそれぞれとり、純正律和音を作成した。また、各音の周波数比は平均律の音の周波数に対するパーセンテージで示してある。[図 1]

表 1: 周波数の差 (C メジャー)

	平均律 (Hz)	純正律 (Hz)	差 (%)
G	391.99	392.45	+0.12
E	329.63	327.04	-0.79
C	261.63	261.63	

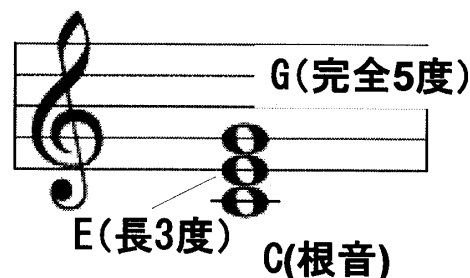


図 1: C メジャー

Implementation of the real time expert system  
for the pure temperament music expression

†Naoki KITAGAWA †Haruhiko SHIRAI  
†Jousuke KUROIWA †Tomohiro ODAKA  
†Hisakazu OGURA  
†Graduate School of Engineering, Fukui University  
‡School of Engineering, Fukui University

### 3 MIDI

本研究では演奏データを処理するための形式に MIDI を使用することとした。MIDI には最大で 16 チャンネル存在し、1 つのチャンネルに 1 つの楽器を割り当てることできる。各チャンネルはチャンネルメッセージによって記述されており、その内容の一部であるピッチベンドを利用して音程を変化させる。

#### 3.1 ピッチベンド

MIDI メッセージ内でのピッチベンドは各チャンネルごとに設定することができ、通常はギターのチョーキングやビブラートの再現等に使用される事が多い。ピッチベンドの値は  $-8192 \sim +8191$  の範囲で与えられ、変化量はピッチベンドセンシティビティの値によって決定する。ピッチベンドセンシティビティは半音ごとに設定することができ、通常は 2 に設定されている。つまり、この数値を 12 に設定するとピッチベンドでは  $\pm 1$  オクターブ変化させることができる。本研究では初期値の 2 のままで使用している。

### 4 演奏システム

本研究ではパソコンのキーボードをピアノの鍵盤に見立てたソフトウェアキーボードを作成した。各キーと音階の対応は図 2 のようになっている。

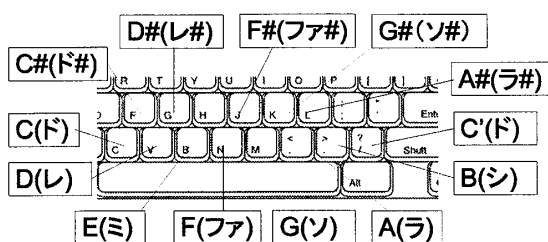


図 2: キーと音階の対応

プログラム内ではまずキーボードからの入力を監視し、和音テーブルの内容と比較している。入力された和音が和音テーブル内に存在していなかった場合、入力された和音はそのまま出力される。この場合 MIDI の内容には手を加えていないので平均律の音が発音されることとなる。入力音と和音テーブル内に存在していた場合、その和音の種類によって適用されるピッチ調節ルールが決定する。ピッチ調節ルールには変化させるピッチベンドの値が入っており、最終的に出力さ

れるのはそのピッチベンドの値が適用された音、つまり純正律和音に調節された音となる。[図 3]

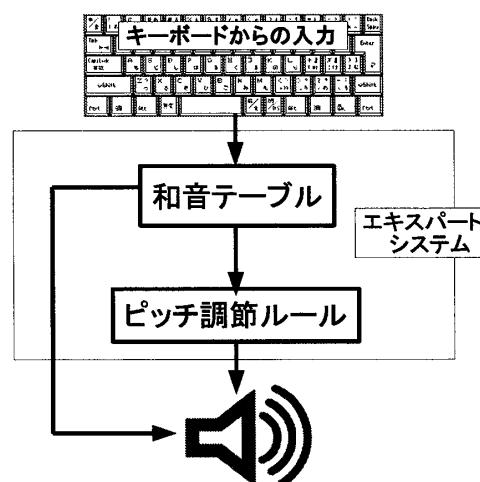


図 3: 処理の流れ

本研究では以上のようなエキスパートシステムによって純正律のリアルタイム演奏を行っている。

### 5 考察・まとめ

今後の課題としては以下の事が挙げられる。

まず 1 つは記述するルールの膨大さである。今回は鍵盤数を 13 としたが、3 和音の組み合わせだけでも 286 通り存在する。和音とそれに対応するピッチの調節ルールを 1:1 で作成しているため、今後鍵盤数を増やすことを考えるとより効率的なルールの適用方法、記述形式を考える必要がある。

もう 1 つは、本研究では和音の入力のみをピッチ調整の判断基準としているが、曲を演奏していく上では音のつながりも重要となってくる。そのため、現在発音している和音だけではなく、1 ステップ前の和音もピッチ調整の判断基準考慮する必要がある。

### 参考文献

- [1] 音の後進国日本—純正律のすすめ, 玉木 宏樹, 文化創作出版, 1998
- [2] 明快入門 Visual Basic 2008 シニア編. 林 晴比古, ソフトバンククリエイティブ, 2009, pp 215-