

# 可視化による楽曲間の類似度解析

新井 健太郎<sup>†</sup> 齋藤 隆文<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東京農工大学大学院 工学研究科

<sup>‡</sup>東京農工大学大学院 生物システム応用科学研究科

## 1. はじめに

近年、コンピュータの技術の発展に伴い、Web を介した楽曲データの公開や販売が盛んに行われている。ユーザが数多くの楽曲を聴くためには多くの時間を費やす必要がある。そこで、この大規模な音楽データベースから楽曲を検索する技術が必要とされる。曲名や作曲家などをキーとする従来の検索方法の他に、楽曲の内容をベースとした検索ができると便利である。そのためには、楽曲同士の類似性を解析する必要がある。これまでも、音楽情報科学の分野でさまざまなアプローチにより音楽構造の解析が行われてきている[1]。

本研究では、和声進行および音の構成比に着目し、楽曲間の類似性を可視化する手法を提案する。

## 2. 関連研究

可視化による音楽演奏情報の解析では、反復構造を解析し、大きな成果をあげている[2]。ここでは、音符情報を画像化し、その比較結果を類似度グラフとして提示した。類似度グラフとは、任意の区間で音符情報の類似性を2次元画像にマッピングしたものである。類似性が高い場合、斜めの線が顕著に現れる。

楽曲の類似度グラフに関しては、自己類似性を用いて楽曲を可視化する研究 [3]やリズムの類似性を利用して楽曲を検索する研究[4]でもその有用性が示されている。本研究でも類似度グラフを用いて楽曲の可視化を行う。

## 3. 和声進行と音の構成比

楽曲の類似性を決定する要素として、メロディ、和声進行、リズム、拍子、テンポなどが存在する。この中で、楽曲の曲調を決定する重要な要素である和声進行を抽出する。和声進行を抽出するために、楽曲の任意の区間でコードの構成音が占める割合を求め、最も高い割合のものをその区間のコードとする。抽出結果を分析したところ、コードを一意に決定できない部分が多く出てきてしまった。

この問題点を解決するために、楽曲の音の構成比を抽出し比較する。音の構成比とは、楽曲の一定区間の音の構成比率のことである。この比率を比較することで、和声進行を抽出せずに簡易な和声的な類似性を求めることができる。

## 4. 可視化手法

本研究では、2 曲の楽曲(A,B)に対して音楽演奏情報から特徴抽出を行い、その任意の2 区間を比較して求められる類似性を「類似

度グラフ」として可視化する。これにより、楽曲間の類似性を視覚的に把握できるようにすることを目指す。

### 4.1. 本研究で扱う音楽データ

本研究では、可視化する音楽データとして 4/4 拍子の SMF (Standard MIDI File)を用いた。

### 4.2. ピアノロール

まず、入力された SMF からピアノロールを生成する。ピアノロールとは、横軸を時間、縦軸を音高とし、曲を構成する音の一つ一つを線分で表して図式化したものである(図 1)。

### 4.3. 和声進行の抽出

同じ音名の音をまとめ、ピアノロールを縦 12 ピクセルの大きさに圧縮する。

任意の区間とコードを比較し、最も類似度(楽曲の任意の区間におけるコードの構成音の占める割合)が高いコードを求める。

4拍2拍1拍の区間で、各々最適なコードを求める(図 2)。求めたコードから、階層構造を使用してコードの決定を行う(図 3)。

楽曲中のすべての小節に ~ の処理を行い、楽曲の和声進行を決定する。

### 4.4. 音の構成比の抽出

任意の 1 小節内で、同じ音名の音符数を計算する。

1 小節内の総音符数を計算する。

各音名の音符数と総音符数を用いて、1 小節内における各音名の構成比率を算出する。

楽曲中のすべての小節に対して、~ の処理を行う。

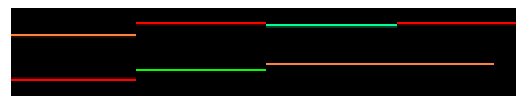


図1 ピアノロール

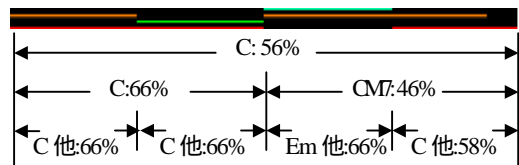


図2 1小節のコード判定例

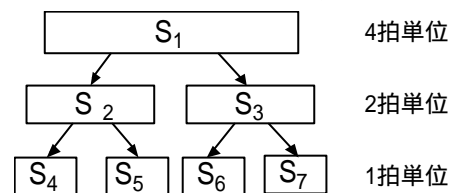


図3 コード判定(Sn類似度)

#### 4.5. 類似度グラフ

2曲から抽出した2種類の特徴を各々比較することによって、2枚の類似度グラフを作成する。比較する際には、楽曲A(横軸)を基準とし、楽曲B(縦軸)を比較対象とする。また、2枚のグラフの作成方法は、ほとんど同じであるために、ここでは和声進行の類似度グラフの作成方法のみ記述する。

楽曲Aの*i*拍目のコードと*n*(0~11)半音移調した楽曲Bの*j*拍目のコードの類似度  $G_n(0 \sim 11)$  を算出する。

$G_0 \sim G_{11}$  の中で、もっとも類似度の高い  $G_r$  を求める。

算出した類似度  $G_r(0 \sim G_r \sim 1)$  を、[0, 255]に正規化し、グラフの座標(*i*, *j*)の輝度値としてプロットする。

$G_r$ に対応する色(図5)をグラフの座標(*i*, *j*)の色相とする。これで転調に対応することができる。

類似度グラフでは、楽曲Aと楽曲Bが同じ曲の場合は  $i = j$  となるピクセルは同じ部分と比較するため、常に輝度は最大(255)となる。楽曲Aと楽曲Bが異なる曲の場合でも、類似性が高い部分では、高い輝度値で斜め線が現れる。また、転調を含む類似性がある場合には、対応した色の斜め線が類似度グラフに現れる。

#### 5. おわりに

提案した可視化手法をいくつかの SMF について適用した。図6,7は類似度グラフの生成例である。類似度グラフを分析した結果、次のようなことがわかった。

- 和声進行を用いることで、単純な反復だけでなく、和声の反復も示すことができる。
- 音の構成比を用いることで、雰囲気類似した楽曲を比較した場合、細かい斜め線が多く出現する。
- 音の構成比の方が、和声進行より、類似性を示す斜め線が顕著に現れる。

今後、2種類の可視化方法の結果をさらに分析し、どのような場合にどちらの手法が有効であるかなど詳しく検討していく。

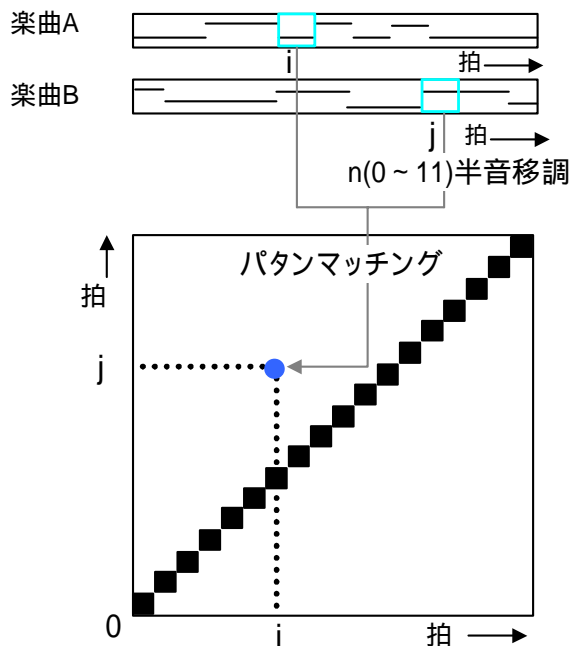


図4 類似度グラフ生成の模式図

#### 【参考文献】

- [1] 長島洋一, 橋本周司, 平賀 譲, 平田圭二 編. コンピュータと音楽の世界 基礎からフロンティアまで, 共立出版, 1999.
- [2] 兵頭博成. 可視化による音楽演奏情報の解析, 東京農工大学, pp. 1-41, 2000.
- [3] Jonathan Foote: Visualizing Music and Audio using Self-Similarity, ACM Multimedia 1999, pp. 77-80.
- [4] Jonathan Foote, Matthew Cooper, Unjung Nam: Audio Retrieval by Rhythmic Similarity, Proc. Third International Symposium on Musical Information Retrieval, 2002.

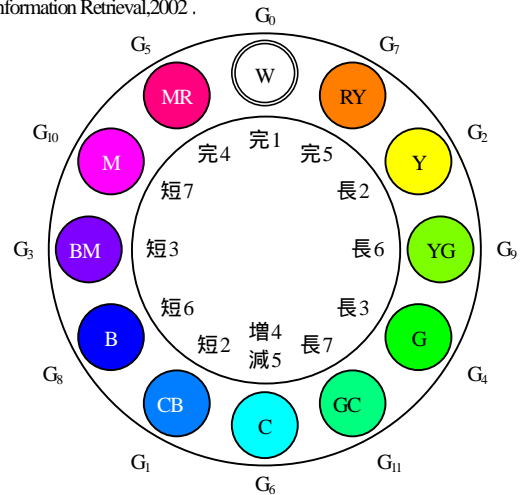


図5 五度圏を用いた音程の色相への割当て[2]

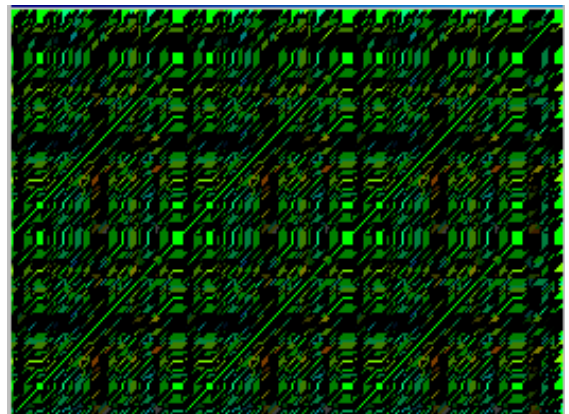


図6 和声進行を用いた楽曲間の可視化例

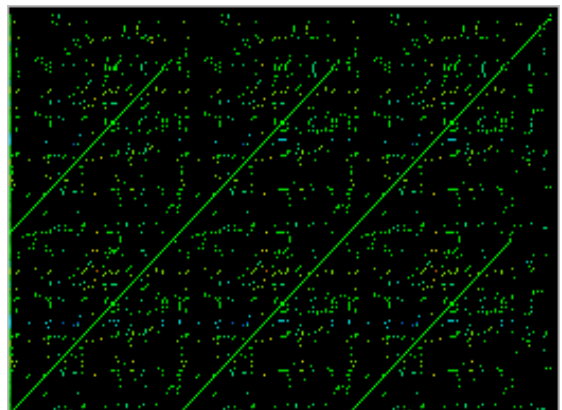


図7 音の構成比を用いた楽曲間の可視化例