

旋律の役割分類による総譜から電子オルガン譜への自動編曲*

田中 大貴†, 小島 淳嗣‡, 伊藤 克亘†

1 まえがき

電子オルガンは、様々な楽器の音色が出せ、一台でどんな曲でも演奏することが可能である。このような素晴らしい特徴を持つ楽器にもかかわらず、電子オルガンの楽譜が少ない現状がある。総譜はパート数が多く、どのパートがどのような役割をしているのか理解していないと、電子オルガン譜へ編曲することが難しい。このようなことが原因となって、楽譜の数が少ないと考えられる。

そこで、編曲する手間を容易にするために、図1のような楽曲情報を一番多く持つ複数パートで構成されている総譜から、図2のような電子オルガン譜へ編曲するシステムを提案する。図1と図2はどちらも同じ曲である。ここでは吹奏楽・クラシックの曲を対象とする。



図1. 総譜



図2. 電子オルガン譜

多くの電子オルガン譜を確認したところ、メロディ・ハーモニー・ベースラインの要素を用いて編曲されている。そこで本研究では、これらの要素を探るために総譜の旋律のクラスタリングを行う。クラスタリングの結果、類似した役割をもつ旋律のグループに分かれるので、そこから各要素に対応したグループの選択を行う。

2 電子オルガンの特徴

電子オルガンは、500種類以上の楽器の音色を出すことができる楽器である。基本的な演奏スタイルは、あらかじめ打ち込みで用意されているリズムに合わせて演奏する。ピアノが1つの鍵盤を右手と左手で演奏するのにに対し、電子オルガンは上鍵盤・下鍵盤・足鍵盤の3つの鍵盤を右手・左手・足で演奏する。これらのことから、演奏範囲が広がるため、本来複数人で演奏する曲も一人で演奏でき、元の曲に近い演奏が可能になる。

電子オルガンは3つの鍵盤を使うことから、楽譜も3段組みになっている。図2にあるように、楽譜の上段・中段・下段は、上から順に上鍵盤・下鍵盤・足鍵盤を記した楽譜となっている。基本的には、上鍵盤は右手で演奏して、下鍵盤は左手、足鍵盤は足を使って演奏する。

3 電子オルガン譜への編曲システムの構築

3.1 システムの概要

まず初めに、システムで処理するために総譜のデータ化を行う。そこで MuseScore などの楽譜作成インターフェースを使い、手作業で楽譜を作成する。楽譜作成インターフェースの機能で、作成した楽譜を musicXML ファイルの形式で書き出しができる。

次に、MusicXML から必要な情報を取り出す。取り出す情報は、楽器名・小節番号・オクターブ・音符の種類・音高・最小の音符に合わせた持続時間・拍子情報である。解析して得られたそれぞれの情報を xls ファイルとして書き出しを行う。そして、書き出された xls ファイルをシステムに入力として与える。

入力された情報を元に発音時刻・発音持続パターン・音高の変化・和声に関する特徴量を作成する。そして、これらの特徴量を用いて総譜の旋律のクラスタリングを行い、類似した特徴を持った旋律のグループを複数作成する。

クラスタリング後は、電子オルガン譜の右手・左手・足で演奏できる範囲に音を絞らないといけなないので、元の曲のイメージが保たれるような重要なグループを選択する。

次に、電子オルガンで演奏できるようにグループの音の修正を行う。この時、元の曲のイメージを保つためにも極力音は減らさないものとする。

システムで作成された電子オルガン譜は3段組の楽譜情報として生成され、MusicXML で書き出しを行う。そして、出力で得られた MusicXML を入力の時と同様に楽譜作成インターフェースを利用する事で、楽譜として確認できるようになる。

3.2 特徴量の作成と距離の定義

MusicXML から得られた情報を用いて、クラスタリングする時の特徴量を作成する。ここでは、従来研究 [1] で提案されている4つの特徴量、発音時刻 (Rhythmic Activity)・発音持続パターン (Sonic Richness)・音高の変化 (Melodic Activity)・和声 (Consonance Activity) に関するものを使用する。

各特徴ベクトルを使用してクラスタリングで用いる距離を定義する。ここでは似たような旋律にまとまるようにするために、コサイン類似度を使用する。式 (1) は発音時刻に関する特徴ベクトル RA の、コサイン類似度を用いた距離である。

$$D_{RA}(i, j) = 1 - \cos(RA_i, RA_j) \quad (1)$$

全ての特徴ベクトルに関して、重み付きコサイン類似度を用いた距離を計算する。重みは足して1になるような値で、実験的に選んだものを使用している。最後に、各距離の和を式 (2) のように1つの距離として表現しなおす。

$$D(i, j) = w_1 D_{RA}(i, j) + w_2 D_{SR}(i, j) + w_3 D_{MA}(i, j) + w_4 D_{CA}(i, j) \quad (2)$$

$$(w_1 = 0.4, w_2 = 0.1, w_3 = 0.3, w_4 = 0.2)$$

3.3 旋律のクラスタリング

ここでは3.2節で作成した特徴量をもとに、k-means法でクラスタリングを行う。k-means法における初期値はランダムに設定している。旋律のクラスタリングを以下の手順で行う。

* An Automatically Arrangement System for Electronic Organ Scores from Multi-part Musical Scores by Clustering of Role of Melody: Daiki Tanaka (Hosei Univ.) et al.

† 法政大学 情報科学部

‡ 法政大学 情報科学研究科

- (1) クラスタ数 $K = 3$, パート数 N , 1 小節分の各パートの音符データを取り出す。
- (2) 取り出した各パートの音符データから特徴量を作り, 3.3 節で定義する距離を用いてクラスタ数 K の k -means を使用。
- (3) クラスタリングをした結果, 各グループで同時に異なる音が 5 つ以上鳴らされた場合, または $K = N$ であるときクラスタリングを終了。そうでなければ $K = K + 1$ して (1) に戻る。

3.4 分類したグループの選択

電子オルガン譜は音楽において重要なメロディ・ハーモニー・ベースラインをもとに構成されている。そこで旋律のクラスタリング後, これらに対応したグループの選択を行う。電子オルガンの足パートに対応するベースラインを初めに選択して, 次にメロディ・ハーモニーと選択する。

まず初めに, ベースラインの旋律に対応するグループを探す。ベースラインは曲全体を低音で支えている。分類された各グループにおいて, 音高が C3 以下の音符の量が一番多いグループをベースラインとして選択する。

次にメロディに対応するグループを選択する。吹奏楽の本 [2] によると, 重要な旋律ほど多くの奏者が受け持ち強調して演奏していると言われている。そのような旋律は重要度が高いためメロディとして採用する。これは各グループに属している楽器の数で決定する。他にもメロディはハーモニーやベースラインと比べて音高の変化が多い。そこで, 前の音に対して音高が変化しているかを確認する。他のグループと比べて音高変化の割合が大きいものをメロディとして採用する。

$$\text{平均音高変化} = \frac{\text{音高変化の総和}}{\text{音数} - 1} \quad (3)$$

上記の 2 つ以外にも, メロディは和声音と相対的に見たとき不協和が多く成り立つと考えられる。各グループにおいて, 2 拍ずつ和声音に対応する音が含まれているか否かを確認する。和声音を含む割合が小さいグループがメロディとして採用される。これらを総合的にみて, メロディの選択を行う。

最後にハーモニーに対応するグループの選択を行う。ハーモニーに対応するグループは, 他のグループと比べて和声音を多く含むと考えられる。従って, 平均和音が大きいものがハーモニーとして選択される。また, ハーモニーはリズムを伴って演奏されることがあるため, 発音時刻が多い旋律もハーモニーになる可能性がある。そこで, 和声音を含む割合が多くて, 発音時刻が多いグループをハーモニーとして採用する。

3.5 電子オルガンの制約に基づいた修正

クラスタリングされた各要素は各楽器に対応した音高のままであるため, 実際に鍵盤で演奏することができない場合がある。そこで, 電子オルガンで演奏できるように修正する。

1 つ目は指の範囲を考慮した修正である。同時に鳴っている音の最大値と最小値の差が 12 以上ある場合は, 指が届かず演奏できないため, 音を集約する必要がある。メロディ・ハーモニーに対応したグループ高い音を基準にして, 低い音のオクターブを上げる処理を行う。

2 つ目はベースラインの修正である。足鍵盤は 2 音同時に弾くことがないので, 単旋律に変更する必要がある。2 つ同時に音が鳴る場合, グループ内で一番多く使用されている音を採用する。もし使用されている数が同じであったら, 音高が低い方の音を採用する。例えば, 図 3(a) を 3 つのパートが同時に鳴り, その内 2 つのパートが上の音を鳴らした場合とする。この時図 3(b) にあるように, 使用数が多い上の音が採用されて下の音が消去される。今度は, 図 3(a) を 2 つのパートが同時に音を鳴らしたものとすると, この時, 音の使用数は同じであるため, 図 3(c) のように音高が低い音を採用する。



図 3. ベースラインの修正 ((a): 修正前, (b)(c): 修正後)

3 つ目は和音構成音が 5 つ 6 つある場合の修正である。クラスタリングの際, 異なる音が 5 つ以上にならないようにしているが, オクターブが異なる同じ音を考慮していないため同じ音で構成された和音ができる場合がある。このような時, 指が 5 本に対して構成音が 6 つとかになると演奏することが不可能なので, 同じ音をまとめて, 片手で演奏できるように修正する。この時, 音が高い方を基準として, 低い方のオクターブを変更して音の集約を行う。

4 実験

4.1 実験方法

本編曲システムではメロディ・ハーモニー・ベースラインに対応するグループを選択して, 電子オルガン譜に編曲している。そこで, 正しいメロディ・ハーモニー・ベースラインが選ばれて, きちんとした電子オルガン譜になっているのかを確認する。

実験には, メロディ・ハーモニー・ベースラインに分けることができる「エル・カミーノ・レアル」という曲の初めから 16 小節分の総譜を使用した。本研究のシステムで編曲された楽譜に, メロディ・ハーモニー・ベースラインが適切に含まれているかを見ていく。既存の楽譜にあるメロディ・ハーモニー・ベースラインを正解として, 編曲された楽譜の各小節に適切なメロディ・ハーモニー・ベースラインが含まれていれば 1, 誤った旋律が選ばれていたなら 0 として評価値を付ける。この評価値を小節数で割って正解率を計算する。

4.2 結果

「エル・カミーノ・レアル」を編曲した結果, メロディの正解率は 46%, ハーモニーの正解率は 30%, ベースラインの正解率は 90% となった。

ベースラインは全体的にみてうまく選択できていることがわかる。しかし, メロディ・ハーモニーに対しては正解率が低くなった。選択結果を確認したところ, メロディとして選択されたものがハーモニーであったり, 逆にハーモニーであるものがメロディとして選ばれていた。これはグループの選択条件が悪いと考えられるので, 他の条件を考える必要がある。他にも似た特徴を持つ旋律が, 別のグループとして分類されてしまったことから, メロディ・ハーモニー共に同じ旋律を担当してしまい, 他に重要なグループが選択されないような状況が起きた。これはクラスタ数が多いため, 同じ旋律がまともらなかったと考えられる。クラスタリングの終了条件を今後検討する。

5 おわりに

本研究では自動編曲システムの提案をした。総譜は複数のパートの旋律が記載されていて, どの旋律がどのような役割をしているのか理解するのが困難である。そこで, 総譜の旋律から類似した旋律をグループ分けすることで, 旋律の役割を明確にすること可能になる。クラスタリングしたグループから, 電子オルガン譜の主な構成要素, メロディ・ハーモニー・ベースラインに対応したものを選択して, 電子オルガン譜を作成する。

実験した結果, 各要素の選択率やクラスタリングの性能に問題が発見されたので, 今後改善を試みる。

参考文献

- [1] 松原正樹, 岡本紘幸, 佐野智久, 鈴木宏哉, 延澤志保, 斉藤博昭, “ScoreIlluminator: スコア色付けによるオーケストラスコアリーディング支援システム”, 情処学論, 2009, pp.2937-2948.
- [2] 音楽之友社編 (1982) 『最新吹奏楽講座 5 編曲の基本と応用』