

遺伝的アルゴリズムを用いた合唱パートの生成

藤田佳奈 長名優子

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部

1 はじめに

合唱パートの生成には、与えられたバスパートに対してその他のパートを付与するバス課題と、与えられたソプラノパートに対してその他のパートを付与するソプラノ課題がある。しかし、これらの課題を解くには基本的な音楽の知識はもちろん、和声法 [1] と呼ばれる和音の接続に関するルールの知識がなければならぬという問題がある。これらの知識を1から身につけるのは大変な作業である。

そこで本研究では、遺伝的アルゴリズム [2] を用いた合唱パートの生成システムを提案する。提案システムでは、既存曲のメロディをソプラノパートとし、ソプラノパートと同じリズムのアルトパートとバスパートの生成を行う。提案システムでは、音楽の知識のない人でも、ソプラノパートとなるメロディを入力するだけで、アルトパートとバスパートといった合唱パートの生成を行うことができる。

2 遺伝的アルゴリズムを用いた合唱パートの生成

提案システムにおける合唱パートの生成は、(1) ソプラノパートの各音に対する和音とバスパートの音の決定と (2) 遺伝的アルゴリズムを用いたアルトパートの生成の2つの段階に大きく分けることができる。

2.1 和音とバスパートの音の決定

2.1.1 ソプラノパートの各音に対応する和音の列挙

まず、ソプラノパートの各音に対応する和音の候補を挙げる。ソプラノパートの曲の調に対応するダイアトニックコードの中で、ソプラノパートの音が含まれている和音が和音の候補となる。

2.1.2 和音とバスパートの音の決定

バスパートの音は、ダイアトニックコードから列挙した和音の根音の中から決定する。曲の最初に使用する

Automatic Alto and Bass Parts Generation using Genetic Algorithm
Kana Fujita and Yuko Osana (Tokyo University of Technology, osana@stf.teu.ac.jp)

和音と音の高さが決まると、2音目以降に使用するバスパートの音の高さが決定する。これによって2音目以降に使用する和音が順に決定される。

Step 1: 1音目と最後の和音の決定と1音目の音の高さの決定

2.1.1 で候補に挙げた和音に基づいて曲の最初と最後の音の和音の決定を行う。和声法では、曲の最初と最後の和音はIを使用するというルールが存在するため、そのルールが適用され、Iの和音を使用することが決定する。

次に、バスパートの1音目の候補として、バスパートの音域 ($F_1 \sim D_3$) 内にある使用するIの和音の根音を列挙する。ここで挙げた候補の音の中からバスパートの音域の中間音にもっとも近いものが1音目の音として選択される。これは、歌いだしの音が高すぎたり、逆に低すぎるにより歌いにくくなるのを避けるためである。

Step 2: 2音目以降の和音の決定と音の高さの決定

- Iの和音はII, III, IV, V, VI, VIIに進める
- IIの和音はVに進める
- IIIの和音はI, VIに進める
- IVの和音はI, II, Vに進める
- Vの和音はI, VIに進める
- VIの和音はI, II, III, IV, V, VIIに進める
- VIIの和音はI, VIに進める

というルールを用いて候補を絞りこみ、2音目以降の和音の決定を行う。和音の候補の中で、次に進める和音の候補が1つもない場合は、その和音は候補から除外する。

次にバスパートの音域内にある候補として、残った和音の根音をバスパートの音の高さの候補として挙げる。これらの音の中から、

- 前の音との高さの差が1オクターブになる音

- ・前音のソプラノパートの音の高さとバスパートの音の高さの候補の差が5度であり、その候補から次に進める音の高さの候補と対応するソプラノパートの音の高さの差も5度になるような音(連続5度の場合)

を除外する。和音の候補に対して挙げた音の高さの候補がすべて除外されてしまった場合は、その和音は使用できないものとして和音の候補から除外する。

除外の処理を行った結果、和音の候補が1つもなくなってしまった場合や、除外されたことによりルールに従って和音進行のルールに従って和音を選択できなくなってしまった場合は、

- ・除外の処理を行う前の候補に前音または次音と同じ和音が含まれている場合は、例外的に同じ和音を候補として用いることができる
- ・連続して選択できる和音がなかった場合は、例外的に除外の処理を行う前のすべての和音の候補を用いることができる

ものとして再度決定を行う。除外処理と例外処理を行った結果、残った和音の候補と音の高さの候補を用いて、2音目以降の和音と音の高さの決定を行う。2音目以降に、例外処理を行っていれば前音が後音と同じ和音の使用を決定し、その和音に対応する音の高さの候補からランダムに音の高さを決定する。例外処理を行っていない場合は、前音から和音のルールに従って進むことのできる和音に対応する音の高さの候補からランダムに音の高さを決定し、その音の高さに対応した和音に決定する。

2.2 アルトパートの生成

提案システムでは、遺伝子の形でアルトパートの音の高さを表現し、選択や交叉などの遺伝的操作を繰り返すことでアルトパートの生成を行う。

2.2.1 遺伝的アルゴリズムを用いたアルトパートの生成の流れ

Step 1: 初期個体群の生成

初期個体の遺伝子をランダムに生成する。

Step 2: 評価

各遺伝子の適応度を (1) 連続する2つの音の高さの差分、(2) 他パートとの音の高さの差分に注目して計算する。アルトパートの中で連続する2つの音の高さの差分が大きいと跳躍が多く歌いにくくなるため、連続する2つの音の高さの差分の適応度は差分が大きい時に低く、差分が小さいときに高くなるものとす

る。また、他パートとの音の高さの差分が小さいと、他パートと同じ音になっていることが多くなっていると考えられるので、他パートとの音の高さの差分の適応度は低くなる。他パートと違う音となっている方が響きが出ると考えられるので、適応度は高くなる。

Step 3: 選択

Step 2 で求めた適応度に基づいて、エリート保存方式と適応度比例方式を用いて、交叉に用いる遺伝子を選択する。

Step 4: 交叉

Step 3 で選択された遺伝子を親として複数点交叉を行うことにより、2つの個体間で遺伝子の組み換えを行う。

Step 5: 突然変異

突然変異率に基づいて突然変異を起こすかどうかをランダムに決定する。突然変異を起こす場合は、遺伝子の値を強制的に変化させる。

Step 6: 繰り返し

Step 2 から Step 5 の操作をあらかじめ指定しておいた世代数だけ繰り返す。

Step 7: 出力

最終的に生成された遺伝子の表すアルトパートの音と2.1で決定したバスパートとソプラノパートを出力する。

2.2.2 遺伝子による音の高さの表現

アルトパートの各音に対応する遺伝子座に0~59の値を割り当て、その値をその位置の音として割り当てられる可能性のある音の高さの候補の数で割った余りによって候補の何番目の音を割り当てるかを表現する。

3 計算機実験

提案システムを用いてソプラノのメロディに対応する合唱パートの生成が行えることを確認した。

参考文献

- [1] 土田京子: 土田京子のスーパー和声法講座, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [2] 坂和正敏, 田中雅敏: 遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, 1995.