

## 事例データに基づくベースラインとの対応関係と 遺伝的アルゴリズムを用いたメロディ生成

山田 航大      酒向 慎司

名古屋工業大学大学院工学研究科

### 1 はじめに

計算機による自動作曲の研究は古くから行われており、近年では、隠れマルコフモデルやニューラルネットワークを用いたものなど様々な手法が提案されている。また、コード進行や歌詞、リズムなど様々なモチーフからメロディを生成する作曲支援システムも盛んに研究されている。これらの自動作曲に関する研究の共通課題として制御性と自由度のトレードオフがある。システムを設計する上ではこれらのバランスを考慮することが重要である。

従来研究において、作曲に必要な知識や経験を補いつつ、ユーザに多様な選択肢を提供する手法として、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を用いた手法がある。GA で優良なメロディを生成するためには、初期値の設定やメロディの評価方法を適切に行う必要がある。そこで、作成したいメロディに相応するベースラインを入力として用い、ベースラインと関連の高い既存楽曲のメロディを GA に活用した手法を検討する。ベースラインは楽曲において調性やリズムを安定させる役割を担っており、かつメロディに適度な自由度を持たせることができる点で制御性と自由度のバランスを維持することに適していると考えた。本研究では、ベースラインとの対応関係を用いてメロディを制御しつつ、GA によって多様な解を提示できるメロディ生成システムを提案する。

### 2 提案手法

提案手法の流れを図1に示す。本研究では、入力ベースラインに対応する仮のメロディを既存楽曲から作成した事例データベースから選択し、仮メロディを元に遺伝的アルゴリズムを用いて、入力ベースラインに対応するメロディを生成する。

#### 2.1 ベースライン間類似度に基づくメロディ選択

本研究では、メロディとベースラインがペアになったデータベースを事前に作成し、それを用いてメロディ

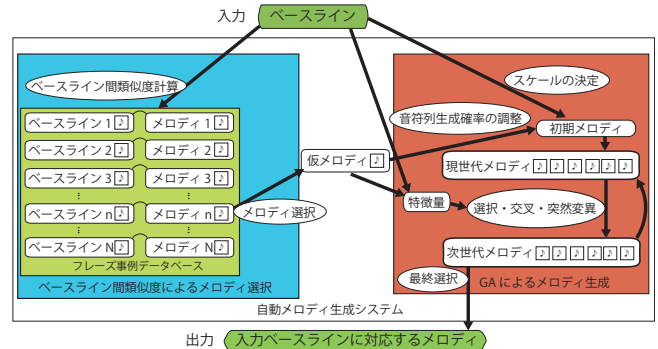


図1: 本研究のメロディ生成の流れ

とベースラインの対応関係を利用する。本研究ではフレーズ単位で、入力ベースラインとデータベース内のベースラインの類似度を計算する。音符の個数など長さの異なるフレーズ間のマッチングが必要になるため、DP マッチングに基づく手法 [1] を参考に、タイミング、音高、音程の3つの特徴量を用いてフレーズ間の類似度を算出する。最も類似度の高いベースラインを選択し、対応するメロディを入力ベースラインに対応する仮メロディとして用いる。

#### 2.2 遺伝的アルゴリズムによるメロディ生成

本研究では、GA を用いて最終的なメロディを生成する。入力ベースラインと仮メロディを元に初期メロディを生成し、GA において、遺伝的操作を一定回数繰り返した後、最も優良な個体をシステムの出力とする。

##### 2.2.1 メロディ生成における GA の設定

本研究で使用する全てのメロディは最小音符長を16分音符とし、16分音符単位で音高変化を数値情報であらわす。音高値はMIDIノートナンバーを用い、休符は「00」として音符と同列に扱い、継続（音が鳴り続けている、または休符が続いている状態）は「01」で表す。例えば、音符列は図2のように数値情報に変換される。また、遺伝的操作を実現するためにメロディを部分フレーズに分割する。部分フレーズは入力ベースラインに対して、フレーズ分割手法のLBDM[2]を適用することで得られる。この部分フレーズに対して交叉や突然変異を行うことで、遺伝的操作を実現する。



67 67 69 01 01 01 01 01 00 01 67 01 01 01 01 01 01 01 01

図 2: 音符列と数値情報の例

表 1: 適応度計算に使用する特徴量

総音数
最高音高推移
音高の最大連続上昇, 下降, 平行
打鍵間隔 (最長幅, 最短幅, 平均幅)
最高音, 最低音, 音高平均
入力ベースラインとのリズム不一致度
入力ベースラインとの音高不協和度

### 2.2.2 初期メロディ生成

初期メロディをランダムに生成すると収束が遅れ、実用性を損なう。そのため、入力ベースラインと仮メロディを元に初期メロディを生成する。入力ベースラインからスケールを決定して、使用する音高を制限し、仮メロディから抽出したリズムパターンを元に 16 分音符単位でオンセットの生成確率を変化させる。

### 2.2.3 遺伝的操作

適応度の計算にはデータベースから選択された仮メロディの特徴量と入力ベースラインとの比較により行う。表 1 に適応度計算に使用する特徴量を示す。仮メロディと生成メロディとの比較項目に関しては、各特徴量の二乗和誤差を計算し、入力ベースラインとの比較項目に関しては、16 分音符単位で不一致な部分と不協和な部分をカウントする。そして、得られた各特徴量の数値の総和の逆数を適応度関数と定義する。

### 選択

式 (1) で定義される選択確率によって個体 2 つを選択し、親として使用する。 $p_i$  はあるメロディが選択される確率、 $f(i)$  は個体の適応度、 $N$  は世代個体数である。最終的なメロディは最終世代のメロディの中から最も適応度の高いメロディ 1 つを選択し、出力する。

$$p_i = \frac{f(i)}{\sum_{n=1}^N f(n)} \quad (1)$$

### 交叉

2 つの親メロディの部分フレーズを 2 点交叉によって入れ替える。入れ替えによって得られたメロディ 2 つを

入力ベースラインとの比較有   : 不協和部   : リズム不一致部



入力ベースラインとの比較無



図 3: 生成メロディの比較

子メロディとする。

### 突然変異

子メロディの部分メロディの一部をランダムに生成しなおす。ただし、リズムパターンは保持し、使用する音高は初期メロディで使用したスケールに基づき選択する。

## 3 評価と考察

設定した適応度関数が生成メロディと入力ベースラインの調和に対して有効に作用しているか確認する。図 3 に適応度関数に入力ベースラインとの比較項目を加えた場合と加えなかった場合、それぞれに生成されたメロディの一例を示す。入力ベースラインと比較を行った前者のメロディの方が後者のメロディより、リズムの不一致や不協和な部分が少ないことがわかり、再生した際の違和感も少なく感じた。よって適応度関数にベースラインとの比較項目を加えることは、本研究において有効に作用していると示唆された。

## 4 まとめ

本研究では、ベースラインとメロディの対応関係と GA を用いて、高い制御性を目標としたメロディ生成システムを提案した。GA の適応度関数に入力ベースラインとの比較項目を加えることにより、ベースラインと調和したメロディを得られることを確認した。今後は、与えられたベースラインと生成されたメロディに対して主観評価実験を行い、適応度関数の有効性や生成されたメロディの自然性の評価を行う。

### 参考文献

- [1] 伊藤 悠真, 竹川 佳成, 寺田 努, 塚本 昌彦, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.8, 1871-1886 (2016)
- [2] Cambouropoulos E, ICMC'2001, 17-22 (2001)