

## 遺伝的アルゴリズムを用いた学習曲の特徴を考慮した自動作曲におけるモチーフへの自動分割の導入

小木曾尊 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

コンピュータに作曲を行わせようとする研究の歴史は古く、1957年にマルコフ過程を用いた自動作曲の研究が行われて以来、数多くの研究が行われてきた。そのような方法の一つとして、遺伝的アルゴリズム [1] を用いたモチーフを考慮した自動作曲 [2] が提案されている。このシステムでは学習曲のメロディやコード、モチーフの情報を入力し、音のリズムと高さをモチーフごとに学習曲の特徴を考慮して別々に生成することで自動作曲を実現している。しかし、モチーフへの分割はユーザが手動で行わなければならない、非和声音を含む跳躍進行が生成されてしまうなどの問題がある。それに対し、メロディに対してモチーフの自動分割を行う手法として、リズムと音の高さを考慮したモチーフの自動分割 [3] が提案されている。この手法では、モチーフは最低でも2小節以上の長さを持ち、2分音符以上の長さの音符や休符で終わることが多いことに着目することでモチーフの自動分割を実現している。

本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いたモチーフを考慮した自動作曲にモチーフへの分割の自動化を実現する。モチーフへの分割が自動化されることで、モチーフへの分割を自分で行えないユーザでもシステムを利用して自動作曲を行うことが可能になる。また、文献 [2] のシステムにおける非和声音を含む跳躍進行が生成されてしまうという問題に対し、音の高さを生成する際に跳躍進行が生成されないように制限する。

### 2 遺伝的アルゴリズムを用いた学習曲の特徴を考慮した自動作曲

提案システムにおける自動作曲は、(1) モチーフへの自動分割、(2) リズム系列の生成、(3) 音の高さの生成の3つの段階に大きく分けることができる。

#### 2.1 モチーフへの自動分割

一般的な曲はメロディやサビなどから構成されており、各構成はモチーフといわれるメロディの塊に分割することができる。最初に出てくるモチーフを基本モチーフ、それ以降に含まれる基本モチーフに一致もしくは類似したモチーフを派生モチーフと呼ぶ。モチーフは最低でも2小節以上の長さを持ち、2分音符以上の長さの音符や休符で終わることが多いことに着目して分割する。分割したモチーフごとにリズムや音の高さを生成していく。

#### 2.2 リズム系列の生成

リズム系列の生成をモチーフごとに行う。基本モチーフの生成では、学習曲のリズムで特徴があるブロックのリズムを、モチーフ内の同じ位置に使用するかを1/2の確率で決定する。ここでブロックとは、長さの最小単位を1拍とし、ブロックをまたぐ音符が存在しないように分割したものをさす。ここでは2拍以上の音符や三連符、休符などを特徴があるリズムを考える。学習に用いる曲のリズムで特徴があるブロックを使用するかを1/2の確率で決定する。2拍以上の音符や三連符、休符などが特徴があるリズムと考えられる。特徴があるリズム以外は、学習曲の1拍のブロックに対して小節内の拍の位置ごとにリズムのパターンが使用されている比率を求め、その比率に基づいてランダムにリズムを生成する。派生モチーフは基本モチーフのリズムを基本とし、一部を変化させることで生成する。学習曲の基本モチーフと派生モチーフを比較したときに同じリズムが使われているブロックは、生成された基本モチーフの同じ位置と同じリズムを使用するものとする。それ以外のリズムを2拍以上のブロックと1拍のブロックに分けて決定する。まず、2拍以上のブロックを基本モチーフのリズムに対応する派生モチーフのブロックのリズムの比率に応じてランダムに決定する。その後1拍のリズムを基本モチーフのリズムに対応する派生モチーフのブロックのリズムに応じてランダムに決定する。なお、リズムの比率は小節内で同じ位置にあるブロックを考慮して求める。

Introduction of Automatic Division into Motifs in Automatic Composition considering Characteristics of Learning Melody using Genetic Algorithm  
Takeru Ogiso and Yuko Osana (Tokyo University of Technology, osana@stf.teu.ac.jp)

## 2.3 音の高さの生成

音の高さの生成では 2.2 において生成されたリズム系列に対して遺伝的アルゴリズムを用いて音の高さを生成する。なお、コードは学習曲のものをそのまま用いるものとする。

### 2.3.1 遺伝子による音の高さの表現

音の高さを遺伝子によって表現する際、基本モチーフは割り当てられる高さの候補のうちどの音を選択するかを表す数値で表現する。派生モチーフは基本的には基本モチーフと同じ高さの音を用いるが、基本モチーフと派生モチーフのコードやリズムの違いによって音の高さを変更するかどうかを決定する。変化させる部分を各音に対してどの音を選択するかを表す数値で表現する。

基本モチーフは 0~59 の数値で表現した遺伝子の値を、割り当てられる可能性のある高さの候補の数の割った余りにより各音の高さを決定する。割り当てられる高さの候補は学習曲の構成で使用されている音域の音であり、曲の調の音階の音もしくは学習曲で使用されている派生音の中から選択する。ただし、モチーフの 1 音目の高さは音域内のコード構成音のうち、最も高い音は候補に含まないものとする。コード構成音の場合は前の音の高さの差分から  $\pm 5$  度の範囲の音、非和声音の場合は前の音から  $\pm 2$  度の範囲の音から選択される。決定されたリズム系列に対して、遺伝子の値とコードを考慮して音の高さを決定する。

基本モチーフとリズムは同じであるがコードが異なる部分、コードは同じであるがリズムが異なる部分、コードもリズムも異なる部分、もしくはモチーフの最後の 2 拍の音の高さを変更するものとして、その部分に対応する音の高さを遺伝子として表現する。変化のさせ方としては A と B の 2 つのルールを用意し、ルール A では基本的に基本モチーフと同じ高さの音が割り当てられるものとする。また、ルール B ではすでに決定している前後の音を考慮して、基本モチーフと同様の方法で音を割り当てる。ルール A が適用された場合も、開始位置が異なる音、もしくは基本モチーフとコードもリズムも同じ位置にあるが同じ高さに割り当てたときにコード構成音あるいは非和声音の別が変わってしまう音に関しては、ルール B と同様の方法で音の高さが割り当てられる。ルール B が適用された場合に基準となる音、前後に高さが決定している音が存在しない場合、基本モチーフと同様に 1 音目の音を候補から決定し、その音を基準に前から 1 音ずつ決定する。

## 2.4 適応度

提案システムでは適応度として、以下の 6 つを考慮する。

### (1) 連続する非和声音

非和声音が連続して使われると不自然に聞こえるため、非和声音が連続しているかどうかを考慮して適応度の計算を行う。

### (2) 音の高さの差分の分布

モチーフごとの音の高さの差分の分布が学習曲の値と近くなっているかどうかを比較し、近くなっていれば適応度は高くなる。

### (3) 調の音階以外の音 (派生音)

曲を構成する音の多くはその曲の調の音階の音であることが多い。それ以外の派生音が使われていることもあるが、曲全体で使われる派生音の数はそれほど多くないはずである。したがって、学習曲において派生音がいわれている場合のみ、それがコードの構成音であればその派生音を生成するようにしている。派生音の割合が学習曲以下の場合、適応度を高める。

### (4) 曲の最後の音

曲の最後の音がコードの根音であるか、それ以外のコードの構成音であるかを調べ、適応度に反映させる。コードの根音である場合、適応度を高める。

### (5) 3 回以上連続した 4 度以上の跳躍

曲中に含まれると違和感が生じるので、3 回以上連続した 4 度以上の跳躍が曲中に含まれないことが望ましい。したがって、4 度以上の跳躍が 3 回以上連続している部分が存在している場合には適応度を低くする。

### (6) 非和声音を含む跳躍進行

曲中に含まれると違和感が生じるので、非和声音を含む跳躍進行が曲中に含まれないことが望ましい。したがって、非和声音を含む跳躍進行が生成された場合には適応度を低くする。

## 3 計算機実験

提案システムを用いて、自動作曲を行った。モチーフの分割も自動で行った上で、従来のシステム [2] と同様に作曲が行えることを確認した。

## 参考文献

- [1] 和正敏, 田中雅敏: 遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, 1995.
- [2] 瓶正和, 長名優子: “遺伝的アルゴリズムを用いたモチーフを考慮した自動作曲,” 情報処理学会第 77 回全国大会, 2015.
- [3] 辺周, 長名優子: “リズムと音の高さを考慮したモチーフの自動分割,” 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016.