

旋律の特徴を反映したGAによる自動メロディ生成

林 勇佑^{†1} 酒向 慎次^{†1} 北村 正^{†1}

概要：本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いた自動メロディ生成を行った。このとき、ユーザの希望を適切に生成されるメロディに反映するために、ユーザにとって「このような楽曲を作りたい」という目標となるメロディ（本研究では「目標旋律」と呼ぶ）を入力に用いる手法を提案した。目標旋律は、メロディをランダム生成する際の音符列生成確率の最適化と、楽曲から抽出した特徴量の最適化の2つの用途で使用する。本研究で提案した手法で生成されたメロディを用いて主観評価実験を行った結果、目標旋律を用いて特徴量の最適化を行う手法の有効性が確認できた。

1. はじめに

近年では、文献 [1-4] のように、自動作曲の研究が多くされている。それらは、誰でも簡単に作曲を可能にすることに重点を置いて行われている。実際に存在するフリーの作曲支援ソフトなどでは、ユーザは生成したいメロディの雰囲気やジャンルなどの指定ができるものや、音楽理論をシステムに組み込むことで不自然なフレーズを抑え、自然で聞きやすいメロディを生成できるものも存在する。しかし、入力を選択肢が多く複雑であるため直感的な入力が困難であり、楽曲にユーザのイメージを適切に反映することが難しいという問題点がある。本研究では、目標旋律を入力に用いることで直感的な入力を可能とし、ユーザのイメージを生成するメロディに適切に反映する自動メロディ生成の手法を提案する。目標旋律とは「こんな楽曲のようなメロディを作りたい」というユーザが目標とする単旋律の楽譜情報を指す。

2. GAによる自動メロディ生成

自動作曲において最適な解が一つに絞られないため、生成において何らかのランダム性にゆだねる必要がある。そのランダム性を再現するためにGA(遺伝的アルゴリズム)に基づいた作曲手法が多く提案されており、本研究でも同様にGAを用いて自動メロディ生成を行う。一般的な遺伝的アルゴリズムを用いた自動メロディ生成は図1のような流れで行う。

2.1 染色体の定義

目標旋律や生成するメロディなど、本研究で使用するメ

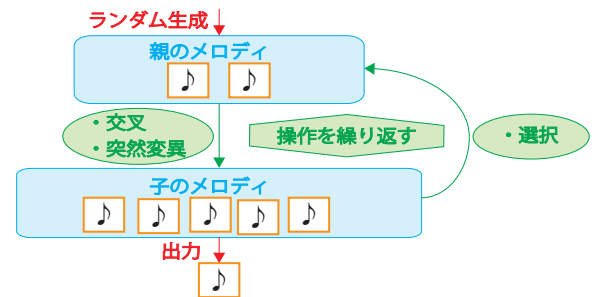


図1 GAを用いた自動メロディ生成の流れ

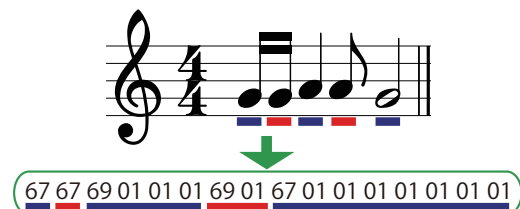


図2 音符列と数値情報の例

ロディは全て4拍子8小節で、最小音符長を16分音符とする。一つのメロディのデータを8×16の多次元配列として扱い、16分音符単位でMIDIノートナンバーや長音を数値情報で表す。ノートナンバーは60~83までの間に限定し、長音(音が鳴り続けている状態)は「01」で表す。例えば、図2のように音符列は数値情報に変換される。

2.2 遺伝的操作

2.2.1 交叉

交叉は個体の遺伝子の一部を入れ換えるための操作である。2つの親のメロディ8小節の中から4小節を選択し、選択された小節を入れ替えることで子のメロディを生成する。

^{†1} 現在、名古屋工業大学

2.2.2 突然変異

交叉では得ることができない状態を生成し、局所解に陥ることを防ぐために突然変異を行う。交叉によって生成された子のメロディから一部の小節を選択し、選択された小節のメロディをランダムに再生成することで突然変異を起こす。

2.2.3 選択

選択では、生成された子のメロディと親のメロディの中から優良な個体 2 つを選択して次世代の親として使用する。また、最終的にメロディを出力する際は最も優良な個体 1 つのみを選択して出力する。

3. 目標旋律を用いた自動メロディ生成

本研究の自動メロディ生成は GA に基づいて図 3 のような流れで行う。本研究で提案する手法では、ユーザの希望を適切に自動メロディ生成に反映するために、目標旋律を入力を用いるという点が一般的な自動メロディ生成とは異なっている。目標旋律はメロディのランダム生成を行う際の音符列生成確率の最適化と、既存楽曲から学習させた特徴量の最適化のために使用する。ここでの特徴量とは、音数や音高変化といったメロディの特徴を数値で表したものである。また、図 3 の具体的な手順は以下の通りである。

- (1) 目標旋律と出力したいメロディのキーとスケールを入力する。
- (2) 学習用の既存楽曲のメロディデータから特徴量を抽出する。
- (3) 入力した目標旋律を用いて抽出された特徴量の値を最適化する。
- (4) 目標旋律のリズムパターンを元に、入力したキーとスケールの構成音を使用してメロディのランダム生成を行う。
- (5) 生成された 2 つのメロディを親とし、遺伝的操作(交叉・突然変異)を加え、子のメロディを生成する。
- (6) 生成された子のメロディと 2 つの親の中から、最も適応度の高いもの 2 つを新しい親として選択する。(抽出された特徴量を用いて各評価項目ごとに数値を求め、適応度関数に当てはめて適応度を算出)
- (7) 5, 6 を一定回数繰り返し、最終的に最も適応度が高くなった個体を目標旋律の特徴を反映させたメロディとして出力する。

3.1 目標旋律の使用法

3.1.1 音符列生成確率の最適化

本研究では音符列を 16 分音符単位で一定の確率のもとでランダムに生成するが、効率よく目標旋律のリズムに近づけるため、目標旋律のリズムに応じて生成確率を変化させる。目標旋律にノート(音)が存在している場合、ノートの生成確率を高く設定する。それに対して、ノートが存在

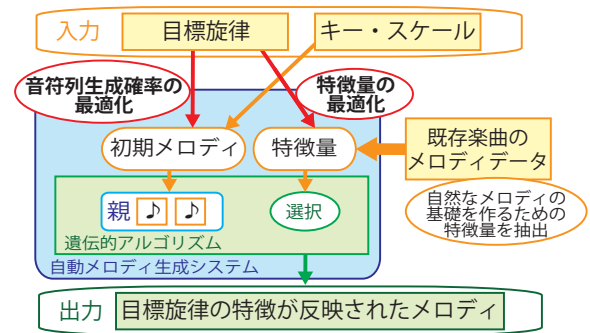


図 3 本研究の自動メロディ生成の流れ

しない(長音)の場合は低く設定する。

3.1.2 既存楽曲から抽出した特徴量の最適化

生成されたメロディの選択や評価を行う際に、多数の既存楽曲から抽出された特徴量を使用する。その際、本研究では目標旋律からも特徴量を抽出し、式 1 によって目標旋律に適合するよう特徴量を最適化する。

$$A' = (1 - \alpha) \times A_d + \alpha \times A_m \quad (1)$$

A_d は既存楽曲から得た特徴量、 A_m は目標旋律から得た特徴量、 A' は最適化された特徴量を表す。また、 α は目標旋律の影響度を表し、 $0 \leq \alpha \leq 1$ の間で設定される。

3.1.3 適応度関数

GA の選択で使用する適応度 T を求めるため、文献 [5] に記載されている 2 つのメロディの距離を求める式を元に、次のような適応度関数を設定した。

$$T = \sum_{i=1}^6 (W_i \times ((s_i - v_i) / \sigma_i)^2) + W_7 \times \beta \quad (2)$$

W_i は各評価項目の重みを表し、 $W_i \leq 0$ で与えられる。 v_i は既存楽曲のメロディの評価項目 i で使用される特徴量の平均値を最適化したもの、 s_i は生成されたメロディの評価項目 i で使用される特徴量の値を指す。 σ はその評価項目 i で使用される特徴量の分散であり、この分散で割ることにより各評価項目の正規化を行っている。また、 β はリズムに関する評価項目である。

4. 主観評価実験

4.1 実験内容

特徴量を目標旋律で最適化した場合 ($\alpha = 0.5$) としなかった場合 ($\alpha = 0$) のメロディを生成し、それらを比較して目標旋律による特徴量の最適化が有効であるかを調べた。被験者 12 人に生成された全 18 種のメロディを聴取させ、「生成されたメロディに目標旋律のリズムが反映されているか」、「音高変化が反映されているか」、「生成されたメロディは自然であるか」、「総合点」の 4 つの設問に対して 5 段階評価をさせた。最適化を行うときの α の値は予備実験により決定した。

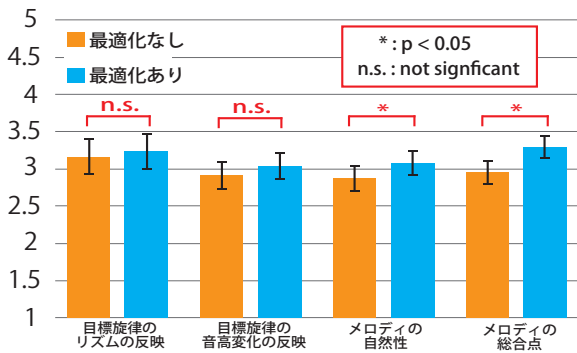


図 4 主観評価実験の結果

4.2 実験結果

実験の結果は図 4 のようになり、目標旋律で特徴量を最適化した場合のメロディの方がいずれの設問でも高い評価が得られ、自然さと総合点の項目では有意差も確認できた。このことから、ユーザの希望を自動メロディ生成に反映させるために目標旋律で特徴量を最適化する手法の有効性が確認できた。しかし、音高変化の設問については、最適化の有無に大きな差は無く、他の設問と比較すると評価が低いため、目標旋律の音高変化を十分に反映させるための評価項目などの再検討が必要がある。

5. まとめ

本研究では、生成するメロディにユーザの希望を適切に反映させるために、GA に基づく自動メロディ生成の入力に目標旋律を用いる手法を提案した。

主観評価実験では、どの設問においても目標旋律により特徴量が最適化されたメロディが、特徴量が最適化されていないメロディ以上の評価を得られ、目標旋律による特徴量の最適化の有効性が確認された。このことから、目標旋律を入力を用いたことにより、生成するメロディにユーザの希望をより適切に反映することができたといえる。しかし、目標旋律の音高変化の反映に関する設問については、他の設問と比較して低い評価が得られた。

今後の課題として、主観評価実験において目標旋律の音高変化の反映に関する評価が低くなってしまったことから、音高変化に関する特徴量の選択や、音高変化に関する評価項目の再検討などを慎重に行う必要があると考えられる。また、適応度関数における各評価項目の重みを一定の状態で行ったため、重みの調整による実験も今後の課題となる。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(課題番号:26730182)の支援によって行われた。

参考文献

- [1] 今井繁, 長尾智晴: “遺伝的アルゴリズムを用いた自動作曲”, 信学技報. AI98-9, pp.59-65, (1998.05).
- [2] 山田 拓志, 椎塚 久雄: “遺伝的アルゴリズムを用いた自

動作曲について”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学] Vol.98, No.96, pp.7-14, (1998-10-17).

- [3] 田中 健, 外山 史, 東海林 健二: “遺伝的アルゴリズムを用いたメロディー進行とリズムの組み合わせによる自動作曲”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学] Vol.2001, No.82, pp.7-12, (2001-08-04).
- [4] 高野 美央, 長名 優子: “N グラムモデルと遺伝的アルゴリズムを用いた複数の曲の構成を考慮した自動作曲システム”, 情報処理学会研第 75 回全国大会. 5R-8, 2, pp.7-12, (2013).
- [5] 驚坂 光一: “標準 MIDI ファイルからのメロディの自動抽出法”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学] Vol.94, No.16, pp.7-12, (1994.02.04).

付 録

A.1 目標旋律と生成されたメロディ

実際に使用した目標旋律のメロディと、生成されたメロディを図 A.1, A.2 に示す。



図 A.1 目標旋律



図 A.2 生成されたメロディ