

ユーザの意図を反映した進化的自動作曲に関する研究 Evolutionary Multi-part Music Composition Based on User's Intention

山本 尚希[†]
Naoki Yamamoto

長尾 智晴[†]
Tomoharu Nagao

1. まえがき

独自の音楽作成に対するニーズから、コンピュータによる自動作曲の発展が期待されている。コンピュータによる自動作曲の手法として進化計算法を用いた進化的自動作曲が提案されており、その有効性が示されている[1][2]。また、ユーザの感性を反映させるために、対話型進化計算法 (Interactive Evolutionary Computation; IEC) を用いて作曲を行うシステムが提案されている[3]。ユーザが個体を評価することで、ユーザの感性を母集団の進化および出力楽曲に反映させる。IEC を用いた手法ではユーザの負担を減らすことが重要であり、少ない評価回数で所望の楽曲を獲得することが、ユーザの負担削減に大きく寄与する。

本研究では、分散遺伝的アルゴリズム (Distributed Genetic Algorithm; DGA) を用いてメロディの最適化を行う。各母集団で異なるコード進行を参照することで、個体集団の多様性を高める。また、ユーザの意図を反映するために、定期的に母集団の中から選んだ個体をユーザに提示し、評価をしてもらう。ユーザが評価した個体を基に Radial Basis Function Network (RBFN) の学習を行い、学習したネットワークを用いてユーザが評価しない個体を評価する。

2. 提案手法

2.1. 作曲の流れ

本手法では、コード進行の作成、メインメロディの作成、伴奏の作成を段階的に行う。また、メインメロディおよび伴奏の作成時に、ユーザが個体の評価を行う。本手法における作曲の流れを次に示す。

1. GA を用いたコード進行の最適化
2. 最適化したコード進行からコード進行集合を形成
3. DGA を用いたメインメロディの最適化
4. GA を用いた伴奏の最適化

2.2. コード進行の作成

GA を用いてコード進行の最適化を行う。GA の適応度関数には、音楽理論のひとつである Tonal Pitch Space (TPS)[4] の Chord Distance Rule および Regional Distance Rule を用いる。Chord Distance Rule は、コード間の距離を表した規則であり、Regional Distance Rule は、遠隔調への転調における Chord Distance Rule の補完を行う規則である。また、これらの規則は、同じルートのコード進行を高く評価する特徴がある。ペナルティを与えることで、同じルートのコード進行へ収束することを防ぐ。

2.3. コード進行集合の形成

2.2 における GA の最終世代の母集団を用いて、コード進行集合を形成する。次にコード進行集合の形成手順を示す。

1. 個体の適応度降順に、個体が表現するコード進行を選択する。
2. TPS の Chord Distance Rule に基づき、選択したコード進行と各集合の代表コード進行との距離を算出する。
3. 2 で求めた距離の最小値がしきい値以下のとき、最小の距離をとる集合にコード進行を追加する。しきい値より大きいときは、対象コード進行を代表とする集合を新たに作成する。
4. すべての個体について 1~3 を繰り返す。

2.4. メインメロディの作成

DGA を用いてメインメロディの最適化を行う。2.3 で形成した各コード進行集合に対して母集団を作成する。図 1 に母集団とコード進行集合の関係を示す。図中の H_i がコード進行集合を表し、集合の要素 h_{ij} がコード進行を表す。 n はコード進行集合数である。また、 M_i は DGA における各分割母集団を表し、 m_{ik} は各個体を表す。 m は各分割母集団における母集団サイズである。個体の評価時に、対応するコード進行集合を参照する。なお、メロディはコード進行に強く依存し、母集団間の移住が効果的に働かないと考えられるため、母集団間で個体を交換する移住は行わない。参照するコード進行集合内の全要素に対して適応度を算出し、最良値を個体の適応度とする。個体の適応度は、個体が表現するメロディから求めた特徴量を基に算出する。特徴量を次に示す。

1. 音程の総和
2. 音程の分散
3. 調の構成音、コードの構成音である音符の割合

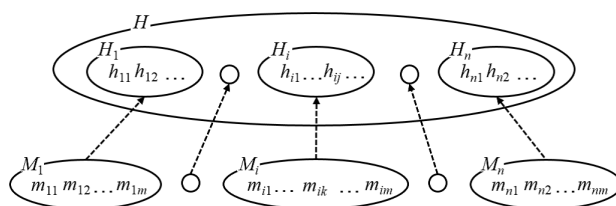


図 1: 分割母集団とコード進行集合の関係

[†]横浜国立大学大学院環境情報学部
Graduate School of Environment and Information
Sciences, Yokohama National University

4. コード進行の適応度

特徴量を入力とした RBFN の出力を個体の適応度とする。また、定期的に母集団の中から選んだ個体をユーザに提示し、評価をしてもらう。個体の特徴量を入力、ユーザの評価値を出力として RBFN の学習を行う。学習したネットワークを用いて、ユーザが評価しない個体を評価する。

2.5. 伴奏の作成

GA を用いて伴奏の最適化を行う。メインメロディの作成時に決定したコード進行を参照して、個体を評価する。メインメロディの最適化時と同様に、特徴量を入力とした RBFN の出力を個体の適応度とする。定期的に母集団の中から選んだ個体をユーザに評価してもらい、RBFN の学習を行う。なお、伴奏の最適化では、特徴量としてコード進行の適応度は用いない。

3. 自動作曲実験

3.1. 実験設定

メインメロディ、和音、伴奏から構成される曲の自動作曲を行った。小節の長さは 8 小節とし、各小節にひとつの和音を割り当てた。コードにはメジャー・コード、メジャーセブンス・コード、マイナー・コード、マイナーセブンス・コードの 4 種類を使用した。また、音符の最小単位は 8 分音符とし、同一の音高が連続したときは、音を繋げた。メインメロディ作成時には、2000 世代ごとに計 3 回各母集団の最良個体を提示し、ユーザによる評価を行った。また、伴奏作成時には、2000 世代ごとに計 3 回ランダムに選択した 10 個体を提示し、ユーザによる評価を行った。

3.2. 実験結果

表 1 に生成したコード進行集合を示す。なお、各行がひとつのコード進行を表している。生成したコード進行は自然なものが多かった。一方、多様性が低く、局所解に収束していたと考えられる。

図 2 に作成曲のスコアを示す。作成曲は時系列的な音符の連なりやパート間の関係において、不協和音のような大きな違和感は見られなかった。しかし、全体として単調な曲であった。これは、離れた音符との関係性を考慮していないためと考えられる。また、曲の大まかな流れにはユーザの評価が反映されたが、細かい部分には反映されなかった。これは、個体の評価に使用する特徴量が大局的なもので、局所的な特徴を考慮していないためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、進化計算法を用いた自動作曲を行った。ある程度自然に聴こえる曲を獲得することができたが、ユーザ評価の反映において課題もあった。今後は、コード進行の最適化において、進化が停滞したら最良個体を抽出し、類似した個体を突然変異させることで、多様性の向上を目指す。また、ユーザの意図の反映を改善するために、メロディの特徴量を吟味する予定である。

表 1: 生成したコード進行集合

H_i	コード進行							
H_1	Am	Dm7	Am7	Em	Am7	Em	Am7	Em
	Am	Dm7	Am	Em	Am7	Em	Am7	Em
	Am	Dm	Am7	Em	Am7	Em	Am7	Em
	F	Dm7	Am7	Em	Am7	Em	Am7	Em
H_2	C	Dm7	Am7	Em	Am7	Em	Am7	Em
H_3	Am	Dm7	Am7	Em	B ♭	Em	Am7	Em
H_4	Am	Dm7	Am	Em	Am7	Em	Am7	E ♭
H_5	Am	Dm7	Am7	Em	Am7	Em	Am7	E
H_6	Am	Dm7	Am7	Em	Am7	Em	Am7	E ♭ m7
H_7	Am	E ♭	Am7	Em	Am7	Em	Am7	Em



図 2: 作成曲

参考文献

- [1] Andrew Horner, David E. Goldberg: "Genetic Algorithms and Computer-Assisted Music Composition.", In Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms, pp.437-441, 1991.
- [2] 今井 繁, 長尾 智晴: "遺伝的アルゴリズムを用いた自動作曲", 電子情報通信学会技術研究報告, AI98, pp.59-66, 1998.
- [3] John A. Biles: "A Genetic Algorithm for Generating Jazz Solos.", In Proceedings of 1994 International Computer Music Conference, pp.131-137, 1994.
- [4] Fred Lerdahl: "Tonal Pitch Space", Oxford Press, 2001.