

対話型進化論的計算手法によるアルペジオフレーズの生成

松田北斗*, 小松隆行*, 大堀隆文*

*北海道工業大学

本研究では、楽曲の伴奏形態の一つであるアルペジオ（分散和音）伴奏のフレーズを対話型進化論的計算手法（IEC）によって生成する。既存の楽曲と生成されたフレーズを合わせて聞き被験者が適応度評価を行い、それを元に選択を行い交叉させ次の世代のフレーズを生成する。今回の実験では7人の被験者に協力してもらい初期個体数5個、第5世代までの実験を行った。その結果世代を重ねる事で適応度の高い個体が増え、本手法が有効である事が確認出来た。

Generating arpeggio phrases by Interactive Evolutionary Computation

Hokuto Matsuda, Takayuki Komatsu, Takahumi Oohori

Hokkaido Institute of Technology

Abstract

In this paper, we generate arpeggio phrases, which are one of accompaniments of music, by the Interactive Evolutionary Computation (IEC) method. In this method, participants estimate a fitness of generated phrases by listening to both existent music and the phrase. Then, this method selects some phrases based on this fitness, and generates phrases of next generation by one-point crossover. Experiments results by 7 participants show that this method can generate better phrases than the initial one.

1. はじめに

楽曲の伴奏にはコード（和音）伴奏、アルペジオ（分散和音）伴奏など様々な形態がある。アルペジオとはコード構成音を和音として奏でるのではなく分散させ単音で奏でることであり、和音による伴奏とは違った深みを持たせることができる奏法である。本論文でアルペジオは分散和音全般を指し、同音反復を含むパターン（例：ドミソミド）もアルペジオとする。

本論文ではユーザーの好みに合わせたアルペジオフレーズを対話型進化論的計算手法（Interactive Evolutionary Computation, IEC）[1]により生成する実験を試みた。

2. 初心者による音楽活動

音楽の専門知識が無い者にとって、楽曲を作成すると言うのは非常に難しい事である。しかし、近年では Apple 社の GarageBand [2]のような初心者でも簡単に楽曲の作成を行えるシステムが登場してきている。しかし、GarageBand を使用

した場合にも問題点がある。GarageBand では大量のフレーズが用意されており、これらを並べて行く事で楽曲を作成して行く（図1）。このシステムは初心者でも比較的簡単に高いクオリティを持つ楽曲の作成が可能であるが、既に用意されているフレーズを用いるのでオリジナリティを出す事が困難になる。

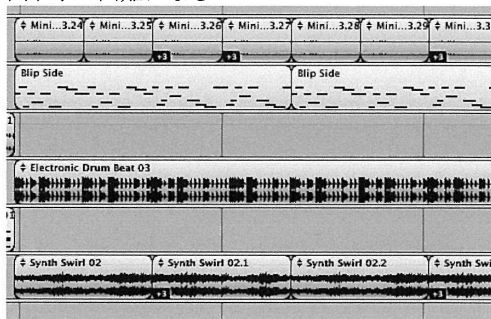


図1 GarageBandによるフレーズの配置例
この問題を解決するためにフレーズを改変する機能があるが、これには音楽知識が必要となつて来るため初心者には非常に難しいものとなつ

連絡先：北海道工業大学小松ゼミ
〒006-8585 札幌市手稲区前田7条15丁目4-1
8202号室
e-mail: q06310@hit.ac.jp

ている。そのためそのまま音楽活動を諦めてしまう事例が非常に多いと思われる。

本研究は音楽知識が無いまったくの初心者でもオリジナリティのある自分好みのアルペジオ伴奏フレーズを作成する事が出来るシステムの構築を目的としたものである。

3. 芸術分野における IEC

進化論的計算手法 (Evolutionary Computation, EC) では、交叉後の個体の優劣を判定するために評価関数を設定する事になる。しかし、音楽等の芸術分野では体系的な理論が存在しない事も少なくなく、人それぞれの感性によってもその評価が大きく異なってしまう事もあるため評価関数の設定が難しかった。IEC では個体の適応度評価を人間が直接行う事によって、これらの問題を解決しているため芸術分野への応用が進んでいる[3][4]。

4. IEC によるアルペジオフレーズの生成

本手法ではこの IEC を用いてアルペジオフレーズを生成する。音符 1 つ (音の長さ、音の高さ) を一つの染色体と考え、1 小節のフレーズを 1 つの個体とし 1 点交叉を行い、適応度の評価はシステム使用者が「最高」、「良い」、「ユニーク」、「普通」、「悪い」の評価を下し、適応度を元に選択を行い次世代の親とし交叉を行い、世代を重ねることにより、システム使用者の好みのフレーズを生成する (図 2)。

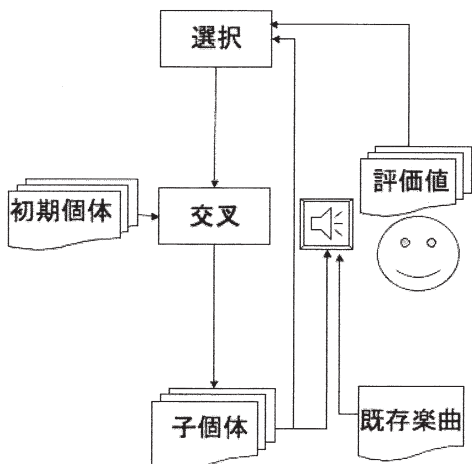


図 2 IEC によるアルペジオフレーズの生成概略図

4.1 フレーズの遺伝子へのコーディング

フレーズの遺伝子は音符、休符を 1 小節を 64 とした発音の長さ、ノートナンバーをそれぞれ表した数列 2 つを 1 組としたもので表す。ノートナンバーとは、音高を 0-127 で表現したもので、半音上下するごとに 1 ずつプラスマイナスされる。休符の場合はノートナンバーを「128」とする。



音の長さ 16, 16, 16, 16
音の高さ 60, 64, 67, 72

図 3 フレーズの遺伝子表現

ド (C4) ミ (E4) ソ (G4) ド (C5) (図 3) の場合、上段が音の長さを表す数列、下段が音の高さを表す数列である。4 分音符のド (C4) は 16 と 60、ミ (E4) は 16 と 64、ソ (G4) は 16 と 67、ド (C5) は 16 と 72 となり 2 つの数列の要素数は必ず同数となる。

本実験では 1 小節のアルペジオフレーズを 1 つの個体として扱う。

4.2 初期個体

初期個体はあらかじめ初期個体データベースに用意しておいた多数のフレーズの中からランダムに選び出される。これにより、試行するごとに全く違う初期個体から実験を行う事が出来、何度やっても同じようなフレーズしか出来ないという事態を回避出来る。

4.3 交叉

アルペジオフレーズの交叉点の設定は音符の切れ目が同じ時間軸にある場所を探し、その中からランダムで指定する。

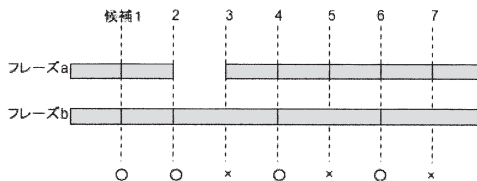


図 4 交叉可能な交叉点候補の選別

図 4 は交叉可能な交叉点候補の選別を図解したものである。バーはそれぞれ音符の発音を表しており、8 分音符の長さごとに交叉点候補が設定されている。その中から交叉可能な場所をランダムで選び出す。

図4で示されている範囲では候補3はフレーズbの発音中にフレーズaの発音が始まってしまうのでこの場合は候補3では交叉不可能となる、候補5,7も同様であるので交叉点は候補1,2,4,6からランダムに設定される。

このようにして設定された交叉点を使用し親個体を総当たりで交叉させ子個体を生成する。

4.4 適応度評価

交叉によって生成されたフレーズの評価は、既存の楽曲からギター伴奏を抜いたもの（主旋律、ベース、ドラムのみのも）と同時に再生させ、それをシステム使用者が「最高」、「良い」、「ユニーク」、「普通」、「悪い」で直感的に評価を下す。

ここで言う「ユニーク」は唯一のものという意味ではなく、評価値が低いながらも、他に類を見ない興味深い個体と定義する。評価を下す時は「最高」、「良い」を優先的に付けてもらい、「ユニーク」は「普通」、「悪い」となる個体の中から選んでもらう。「ユニーク」と言う評価基準を設けたのは、初期収束を防止するためである。

4.5 選択方式

音楽という最適解が複数あると思われる分野でIECを用いる場合、初期の世代で多様性を保つことが非常に重要である[5]。そこで、選択方式では評価値が「最高」、「ユニーク」である個体がそれぞれ一つずつ優先的に選ばれるエリート&ユニーク選択方式を用いる[5]。

次世代の親個体を5個選ぶ場合は「最高」、「ユニーク」からそれぞれ1つずつをランダムに選び、残りの3つは「最高」、「良い」の中から3つをランダムに選び出す。該当が無い場合は他の適応度評価の個体から補填する。また、「悪い」には同じ音が3回連続で発音される等の極端に適応度が低いものが集中してしまうので、極力選ばれないようにする。

5. 実験

今回の実験では7人の被験者に協力してもらい、IECによるフレーズの生成を行い、そのフレーズの適応度がどのように変化しているかを観測した。

初期個体データベースから初期個体を5個選び、総当たりで交叉を行い1世代で20個の子個体が生成されるシステムを使用した。

各世代において、被験者に適応度を評価してもらい、次世代の個体を生成する。これを第5世代まで行った。

また、実験後には被験者に記述式のアンケートに答えてもらった。アンケート項目は以下の通りである。

- Q1. 過去に楽器を習ったり、練習したりした経験があったら教えてください。
- Q2. 初代のフレーズと最終世代のフレーズを比較しての感想を教えてください。
- Q3. 全体の感想を教えてください。

6. 実験結果

図5は実験全体の各世代の評価値の割合である。評価値「最高」、「良い」の個体は世代が進むにつれて増加し、「普通」、「悪い」の個体は減少している。特に「悪い」の個体については

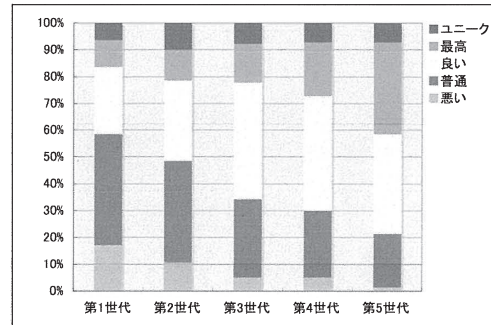


図5 実験全体の各世代の評価値の割合

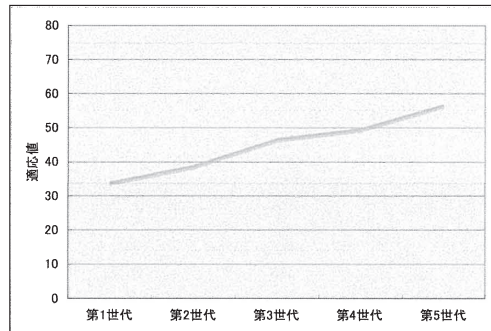


図6 各世代の適応値平均

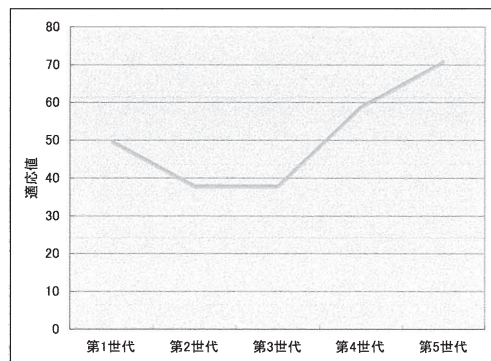


図7 被験者1の各世代の適応値

第5世代ではほとんど見る事が出来なくなっていた。「ユニーク」の個体はどの世代でもほぼ同数となった。

図6は各世代の適応値の平均である。適応値は「普通」の個体数×1+「ユニーク」の個体数×2+「良い」の個体数×3+「最高」の個体数×4で求める。適応値の平均は世代数に対してほぼ線形の関係にあると言える。

被験者ごとの適応値を見てみると図7のように一旦下がった後に急激に上がるという例がいくつも見られた。これは初期に適応値が高い場合に見られる事から、適応度は高いもの全くと異なる性質のフレーズが掛け合わされたため、適応度の低い個体が生成されたためと考えられる。その後の急激な適応値の上昇は世代が進む事によって多様性が失われ、適応度が高く似た性質同士の個体が多くなり、それらが掛け合わされたためと考えられる。

また第5世代では類似フレーズが多くなり、被験者によってはほとんどが同一フレーズになると言う例もあった(図8)。

アンケート結果では楽器経験者は2名のみでどちらも作曲や編曲の経験や知識は無く、他の5名は音楽の授業を受けた程度と言う事だった。また、第1世代はバラバラな印象だったフレーズが第5世代ではまとまりの有る好みのフレーズになったと言う意見が多数を占めた。最後の感想では疲れたという被験者もいれば、あまりストレスを感じなかったという被験者も居た。

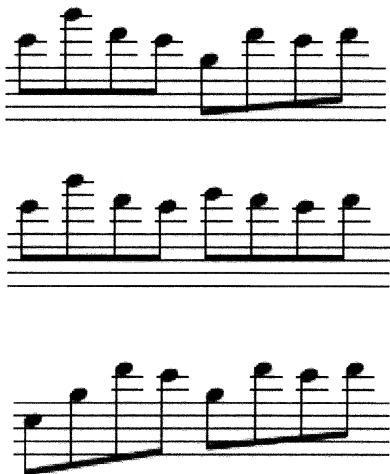


図8 第5世代類似フレーズ抜粋

7. まとめ

今回の実験では図5、図6で示したように適応度「最高」の個数が、世代が進むにつれて増え、適応値が上昇して行く結果となった。更に被験者全員が作曲の専門的知識を持っていなかったという事から、音楽知識が無いまったくの初心者でもオリジナリティのある自分好みのアルペジオ伴奏フレーズを作成する事が出来るシステムの構築という目的は達せられたと言える。

問題点としてあげられるのは時間と生成されるフレーズの長さである。現時点でのシステムでは1回の試行に1時間から2時間程度の時間がかかってしまい、生成されるフレーズも1小節と非常に短い。これでは初心者が気軽に使用する事は出来ないだろう。この問題点の解決策としては試行時間の短縮とシステム使用者のストレス軽減のためのGUIの開発、使用する個体のフレーズ長を長くすることと、それに伴う多点交叉等への変更が考えられる。

参考文献

- [1] 伊庭斉志, “進化論的計算手法”, オーム社, 2005
- [2] Apple Computer Inc., "GarageBand"
<http://www.apple.com/jp/life/garageband/>
- [3] 安藤大地, 伊庭斉志, 他, “対話型進化論的計算による作曲支援システム”, 情報処理学会研究報告, 2005
- [4] 徳井直生, 伊庭斉志, “対話型進化的計算によるリズムの生成”, 人工知能学会全国大会論文集, 2000
- [5] 松田北斗, 小松隆行, 鈴木康広, 大堀隆文, “対話型進化論的計算手法によるアルペジオフレーズの生成”, 北海道工業大学研究紀要 第36号, 2008