

対話型進化的計算によるリズムの生成

04 07

Composition of Rhythms with Interactive Evolutionary Computation

徳井 直生

伊庭 斉志

Nao Tokui

Hitoshi Iba

東京大学工学系研究科電子情報工学専攻

Department of Information and Communication Engineering,

Graduate School of Engineering, University of Tokyo

Interactive Evolutionary Computation (IEC), i.e. Evolutionary Computation whose fitness function is provided by a user his/herself, has been applied to some esthetic areas of Art and Engineering. Music is one of such application areas. This paper describes a new approach to music composition, especially for composition of rhythms, by means of IEC. Combining Genetic Algorithms (GA) and Genetic Programming (GP) makes it possible to search for musical structures effectively in the vast search space. We show that our proposed method can successfully generate effective musical rhythms.

1. はじめに

近年、人間の感性や主観を扱う分野に工学的関心が集まるようになるにつれて、進化的計算手法 (Evolutionary Computation、以下 EC)のこれらの分野への応用も盛んになっている。しかし、人間の感性や主観に基づく評価をモデル化することは非常に難しい。そこで、EC の評価関数を人間自体に置き換えた、いわゆる対話型進化的計算 (Interactive Evolutionary Computation, IEC)が提案されている[4]。本稿では、作曲、特に軽音楽のリズム・パートの生成に関する IEC の応用について述べる。

2. 問題の概要

EC を作曲に用いる場合、何らかの方法で遺伝子型にコーディングした楽譜の情報を集団として保持し、交叉などの遺伝的操作を適用することで、より適当な個体すなわち曲 (の一部分) の生成を目指すことになる。この際、個体の優劣を判定する評価関数の設定が難しい問題となる。また、メロディー、ハーモニーなどの組み合わせは無限にあるので、音楽性をできるだけ損なうことなく、問題 / 探索

の範囲を限定する必要がある。

従来、EC の音楽への応用例としては、和音などについての音楽理論に基づく定量的な評価関数を用いて、短いメロディーを生成するといったものがその中心で、体系的な音楽理論のない分野に関しては応用が難しかった。そこで、人間の評価をモデル化した評価関数によってではなく、人間自身が各個体に評価を与える IEC が音楽にも応用され、EC の音楽への応用範囲が広がっている[3]。本研究では、そのような分野の一つとして、特にドラムなどの音色を用いた軽音楽のリズム・パートの生成を目指す。

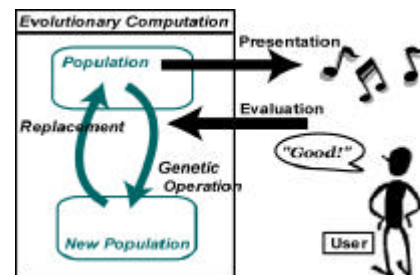


図1 対話型進化的計算

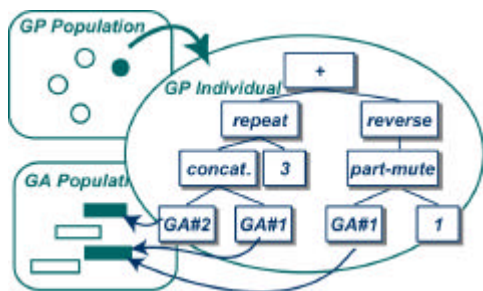


図 2 リズムの遺伝子表現

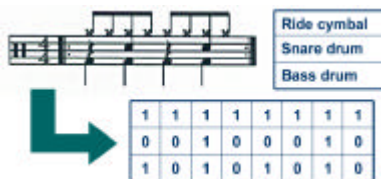


図 3 GA 遺伝子

3. 提案手法

前節でも述べた通り、EC を音楽に応用する際、探索領域を広げすぎることなく、より複雑なフレーズを獲得するという相反する要件を満たす必要がある。

そこで本研究では、リズムが一般に短い単位の繰り返しや組み合わせから生まれることに着目し、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, GA) [1] と遺伝的プログラミング (Genetic Programming, GP) [2] を組み合わせて表現する手法を提案する。これは、時系列データを簡潔に扱えるという GA の特徴と GP の構造的表現という、それぞれの利点を上手く利用しようとする試みである。具体的には、短いフレーズを表す GA 個体を GP の終端記号として用い、GP の構造的表現によって繰り返しや変化といった音楽的展開の実現を目指す (図 2)。

GA の個体は、タイムステップと楽器の種類 (バスドラム、スネアドラム、ハイハットなど) からなる 2 次元の配列で、それぞれの要素はあるタイミングである楽器を発音するかどうかを表している (図 3)。GA 個体に対する遺伝操作としては、一般的な交叉に加えて、楽器の入れ替えといった音楽的に意味があると思われる突然変異を実装した。また、GP の個体は、GA 集団内の GA 個体の ID 番号を終端記号とし、繰り返しやある楽器のミュートといった関数を非終端記号として用いている。

評価方式としては、集団内で好ましいと思われる複数の個体をユーザが直接選択し、それらの選択された個体をもとに次の世代を生成するという、いわゆる模擬育種法 (Simulated Breeding) を用いた [5]。

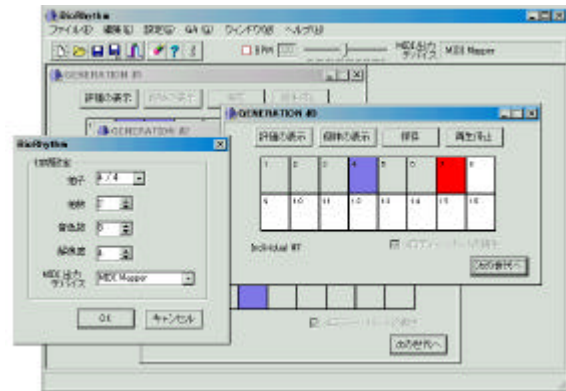


図 4 システムの概観

4. 実験

以上の手法に基づいて、Windows 上にシステムを構築した。図 4 にシステムの概観を示す。

さまざまな音楽的背景、嗜好を持つ被験者にこのシステムを自由に使ってもらい、リズムを生成する実験を行った。また、予め決められたメロディーにあうリズムを生成する実験を行った。それぞれに、おおむね満足のいく結果が得られた。生成されたリズムは発表の際にお聞かせしたい。

5. まとめ

本研究では、GA 個体を GP の構造的表現によって組み合わせるという探索手法を提案し、実験を行った。今後、メロディーの生成へもこのシステムを拡張する予定である。また、ユーザの評価によって進化した個体から、ユーザの嗜好を抽出し再利用できるような枠組みについて研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] D. E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*. Addison-Wesley 1989
- [2] J. R. Koza. *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MIT Press, 1992.
- [3] J. A. Biles. Life with GenJam: Interacting with a musical IGA. In *Proceedings of The 1999 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 1999.
- [4] H. TAKAGI, Interactive Evolutionary Computation — Cooperation of computational intelligence and human KANSEI, In *Proceedings of 5th Int'l Conf. On Soft Computing (IZUKA98)*, 1998.
- [5] 畝見達夫, 品種改良で CG 画像を作る模擬育種システム, *Computer Today*, NOV 1994