

# 4P-04 インタラクティブな音楽進化システムのための 音楽情報の表現と進化の手法\*

日吉 孝行 有田 隆也†  
名古屋大学 大学院 人間情報学研究科 †

## 1 はじめに

音楽の自動生成への進化的手法の応用においては、音楽情報の有効な表現方法や各個体の効率的な評価方法の採用が重要である。そこで、本稿では、ニューラルネットワークによる組合せ最適化問題の解法から着想を得た音楽情報の表現方法を考案し、それを人間の適応度評価による音楽進化システムに応用したモデルを構築し、実験を行った結果を論ずる。

## 2 研究の目的

音楽に対して進化的手法を用いる場合、ユーザによる直接的、主観的な評価を進化の選択圧とする方法が有力である。この1つの方法として、小さな個体が一定数提示され、ユーザがそれぞれを試聴し、気に入った1つまたは2つ程度の個体を直接選び出すことによって評価を行う方法（模擬育種法[1]）がある。一方、GenJam[2]のように各個体が連続して演奏を受け持ち、ユーザがそれを聞きながら'g'(良い)、'b'(悪い)のキーを押すことによって評価を行う方法がある。

GenJamにおける評価手法は模擬育種法に対し、ユーザが聞いている音楽と個体の対応を認識する必要が無く、各個体毎の評価を明示的に与える必要もないという点から、ユーザの負担が軽いと考えられる。しかし、GenJam やその他多くの音楽進化モデルでは、音楽情報を表現する遺伝子として一次元の音程を表す数値の並びを採用している。この遺伝子表現では基本的には単音のメロディーのみ表現可能であり、和音やその他の情報は表現しにくい。

本研究では、進化的手法を応用する際の音楽情報表現方法に着目し、より有効な音楽情報表現方法を提案

すること、また、それを GenJam の評価手法と集団と個体の位置づけを参考にした進化モデルに応用したシステムを構築し、有用性を検討することを目的としている。なお、最終的には、評価する人間の嗜好を学習し取り入れつつ、半永久的に音楽が進化、変化し続けるシステムの構築を目指している。

## 3 システム

### 3.1 概要

最終的な目標としているシステムを図1に示す。同図は、「音楽生成機構」が音楽を提示し、それを人間が評価しフィードバックするというプロセスを「学習機構」が学習し、学習完了後は人間が評価せずとも学習機構が評価を肩代わりできるという概念を示している。現時点では、音楽生成機構の実装が完了し、学習機構の実装もほぼ完了の段階にあるが、本稿では音楽生成機構について報告する。よって、以下のサブセクション、「音楽情報表現」と「進化」は音楽生成機構に関するものである。

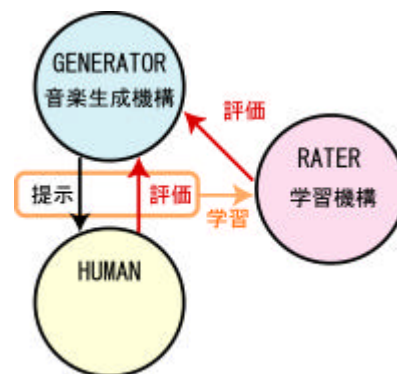


図1: システム概念

### 3.2 音楽情報表現

本稿では、音楽を発音タイミングの集合である2次元の格子状の空間とみなし、3つの制約条件を記述する1つの動作式を用いて音楽情報を表現する方法を提案する。図2において、Vは発音タイミングを表す格

\* On Expression and Evolution of Sound Information for Interactive Evolution of Music

† Takayuki Hiyoshi, Takaya Arita

‡ Graduate School of Human Informatics, Nagoya University

子状の空間（横軸：時間，縦軸：音程）を， $m_i, n, d_{ij}$  は各制約条件を表している． $V_{ij}$  で表される各格子をニューロンとみなすと，値が1であることは発火していることを意味している．各格子( $V_{ij}$ )は内部状態  $U_{ij}$  を持ち，これに対し3つの制約条件を記述した動作式（式1）を適用することで， $U_{ij}$  を更新してゆく． $U_{ij}$  が閾値を超えたら  $V_{ij}$  は発火する．これを動作式の値（内部状態の変化）が0になるまで繰り返す．5000回繰り返しても収束しない場合はその状態で打ち切る．

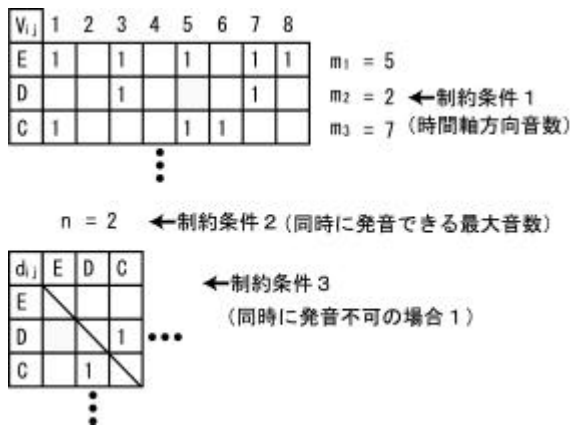


図2：二次元の格子状の空間と制約条件

$$\Delta U_{ij} = \underbrace{-A \left( \sum_{k=1}^8 V_{ik} - m_i \right)}_{\text{制約条件 1}} - \underbrace{B \left( \sum_{l=1}^{15} V_{lj} - n \right)}_{\text{制約条件 2}} - \underbrace{C V_{ij} \sum_{r=1}^{15} d_{ri} V_{rj}}_{\text{制約条件 3}} \quad (A, B, C: \text{定数})$$

式1：動作式

### 3.3 進化

進化における個体の単位として「フレーズ」と「小節」の2単位を考える．「フレーズ」は4つの小節からなる．「小節」は  $15 \times 8$  の格子状の空間と制約条件の情報を格納している．システムが音楽を連続的に提示し，人間は良いと感じたら「g」を，悪いと感じたら「b」をタイプし，それにより提示中の個体の適応度が上下する．4フレーズ提示後の適応度の値をもとに世代交代を行う．適応度が最も高い1つのフレーズと4つの小節をそれぞれ次世代のフレーズとして残し，交叉によってできる2つの子を残りのフレーズとして，それに含まれるすべての小節（格子及び制約条件）に突然変異操作を加え，前出の動作式を適用して次世代の個体群を生成する．

## 4 実験

音楽生成機構を実装し，50世代までの試行を40回程度行った．1集団は4個のフレーズ個体と16個の小節個体から構成され，2集団を交互にユーザに提示した．40回の試行のうち，25回以上の試行において，十分な世代交代後(15~30世代)には興味深い音楽が生成された．この中には早い段階(5~15世代)で良い個体の多くなる集団もあった．一方，40回の試行のうち十数回程度，混沌として音楽的でない個体が増え，その後あまり進化しない場合もあった．しかし，多くの場合において，十分な世代交代後には，ユーザの嗜好（例えば，暗く激しい感じなど）が反映されたフレーズが多くなっていることが感じられた．これは，本研究で提案する制約条件に基づく音楽情報表現が，ユーザの嗜好を表現しているものであるからと考えられる．特に，制約条件1は「緩やか~激しい（全体の音数）」，制約条件3は「暗い~明るい（コード感）」といったニュアンスを表現していると考えられる．この制約条件をニューラルネットワークによる学習（前出の学習機構）の入力パラメータに導入することにより，人間の音楽的嗜好を学習することが可能になると考えている．

## 5 おわりに

発音タイミングを表す格子状の空間と一つの動作式によるシンプルな音楽情報表現手法，及び，それを応用した進化システムを提案した．従来の多くの音楽進化システムと異なり，システム的设计者またはユーザが作曲，またはそれに近い音楽知識のインプリメントをする必要は無い．また，今回のような評価方法を用いるとユーザの負担が軽くなることが確認された．今後は学習機構の実験を行う予定である．

## 参考文献

- [1] Tatsuo Unemi: "Artistic Applications of Evolutionary Computation", *IEICE Technical Report*, Vol. 101, No. 66, pp. 71-78, 2001.
- [2] John A. Biles: "Neural Network Fitness Function for a Musical IGA", *IIA '96 / SOCO '96*, pp. 39-45, 1996.