

## GAによる自動作曲手法の提案

石川 裕久<sup>†</sup> 岸 義樹<sup>‡</sup><sup>†</sup>茨城大学大学院理工学研究科情報工学専攻<sup>‡</sup>茨城大学工学部情報工学科

## 1 はじめに

遺伝的アルゴリズム (GA) は、生物の進化から着想を得た確率的探索手法であって、その最大の特徴は強力な解探索能力にある。そのため、解空間構造が不明で決定的な優れた解法が発見されていない、もしくは全解探索が不可能と考えられるほど広大な解空間を持つ種々の問題に有効な手法とされている。

このような反面、欠点も存在する。それは問題に対し完璧な完全解を出力するわけではなく、あくまでも利用者によって与えられた評価法をもとに近似解を出すことにある。しかしこれは違う視点から考えると GA は、与えられた最低限のルールから利用者が予測できない新しいデータを出力しているとも言える。

本研究では、GA が示す強力な解探索能力を音楽分野における創造性への計算的アプローチとして利用し、音楽情報の遺伝子型コーディング方法や有効な遺伝的操作法、音楽理論に基づいた音楽表現の評価法などを提案する。そして、これらの手法をプログラムに実装して動作実験を行い、その機能・特徴を検証する。

## 2 提案手法

本システムでは、曲を大きくコードとリズム、メロディに分けて考え、コードとメロディの表現型は MML 言語を用いて表す。

本システムの流れは以下の通りである。それぞれの実装については次節で述べる。

1. 生成するフレーズの情報指定
2. コードの初期集団生成・GA 処理
3. リズムの初期集団生成・GA 処理
4. メロディの初期集団生成・GA 処理
5. デコードして得られた MML 言語による表現型ファイルを SMF ファイルに変換

表 1: コードの表現例

コード	8 分音符	4 分音符	2 分音符	...
C	0	0 0	0 0 0 0	
F	105	105 105	105 105 105 105	
G	147	147 147	147 147 147 147	

## 3 実装内容

ここではシステムの実装内容と流れについて記述する。本システムでは A メロやサビなど、一般的に曲と認識されるような構造の楽曲を生成するわけではなく、曲の一部となる数小節のメロディとコードを生成することが目的である。

## 3.1 生成するフレーズの情報指定

生成する曲の調を指定する。ここではハ長調を用いる。子孫を残すための親の選択の際は、適応度比例戦略、ランク戦略、トーナメント戦略と、これら3つにエリート保存戦略を併用した計6つの選択手法を用いる。

## 3.2 コードの初期集団生成・GA 処理

ハ長調で使用するコードに限定し、その中からランダムで遺伝子を生成する形をとる。しかしハ長調で使用する全てのコードを断定する理論は存在しないため、ここではハ長調の楽曲で使用されるコードを集めたデータをサンプルとして用意した。その中のコードデータからランダムに抽出・参照し、データに存在しないコードであれば適応度の高いものを残し、抽出の段階へ戻る。この手順を繰り返し最適解を得る。

コードの表現方法としては、それぞれ遺伝子コードとして数値化したものを用い、C コード (ここでの遺伝子コードは「0」) の 8 分音符は「0」、4 分音符は「0 0」などと、音が長くなる程 2 倍になっていく。例を表 1 にまとめる。

## 3.3 リズムの初期集団生成・GA 処理

音符の有無を「0」と「1」で表現する。0 と 1 の乱数を発生させ、染色体の長さまで達するまで繰り返す。リズムの表現方法としては、8 分音符は「1」、4 分音符

Proposal of Automatic Composition Method Based on GA

Hirohisa Ishikawa<sup>†</sup>, Yoshiki Kishi<sup>‡</sup>

<sup>†‡</sup>Ibaraki University

4-12-1 Nakanarusawa, Hitachi, Ibaraki, 316-8511, Japan

表 2: リズムの表現例

コード	8分音符	4分音符	2分音符	...
音符がある	1	1 0	1 0 0 0	
音符が無い	0	0 0	0 0 0 0	

表 3: 音階の表現例

音階	8分音符	4分音符	2分音符	...
ド	60	60 128	60 128 128 128	
ミ	64	64 128	64 128 128 128	
ソ	67	67 128	67 128 128 128	

は「1 0」などと、音が長くなる程 2 倍になっていく。例を表 2 にまとめる。

### 3.4 メロディの初期集団生成・GA 処理

MIDI におけるノートナンバー (0~127) を用いてコーディングを行う。リズムを生成して得られた個体を用い、リズムの遺伝子コードが「1」の部分に乱数で音階の遺伝子コードを発生させ、処理を行っていく。

メロディの表現方法としては、例えばドの 8 分音符は「60」、ソの 4 分音符は「67 128」などと音が長くなる程 2 倍になっていく。また、音の長さをタイコードという遺伝子コード「128」を用いて表す。例を表 3 にまとめる。

### 3.5 表現型ファイルを SMF ファイルに変換

こうして得られたコードとメロディの最適な個体は、MML 言語で記述されたテキストファイルで出力される。それを SMF コンパイラを用いて音源データに変換する。

## 4 評価

コード・リズム・メロディそれぞれの評価方法について述べる。ここでは一般的な人の感性や、基本的な音楽理論を参考とし、それに当てはまらない場合は減点していく方式をとることで適応度を求めていく。それぞれの減点対象の例を挙げる。

コードは、サンプルとして用意しておいたコード遷移パターンのデータに無いコード進行をした場合、同じコードが続いた場合、曲の終わりが全終了で終わらない場合などを減点対象とする。

リズムは、各小節の入りの部分だけ統一するなど、ある程度パターンが決められていると曲としてのまとまりが生まれる。ここではそういったパターンをあらかじめ用意し、それに当てはまらない場合減点する。

メロディは、コード生成で得られた優秀な個体とともに、非和声音 (コードの構成音以外の音) の使用のされ方によって減点を行う。非和声音が使用されるとより心地良い豊かな響きや、より張りつめた緊張感のある響きを得ることができるため、これを全て減点対象とすると曲としての豊かさが損なわれる場合がある。また不協和音 (コードの構成音から半音または全音 3 つずれた音など) の割合も減点の対象とする。

### 4.1 結果および考察

実行した結果から、以下のような結果が得られた。

- 突然変異を設けることで全体的に収束の早さは遅くなるが、最終的な収束値の底上げになる。
- 集団サイズを増やすことで収束までの世代数は減少する、しかし実際のプログラムの実行時間の比を考えると、どれも最終的な収束値はあまり変わらないため、集団サイズは少ない方が実行時間の時間的効率は良い。
- どの試行においても最大適応度が 100 % に近い個体が得られたため、生成する曲の長さを長くするまたは評価方法を追加したとしても、GA としての探索には余裕があると感じた。

## 5 まとめ

本研究では、GA を用いた音楽情報の遺伝子型コーディング方法、有効な遺伝的操作法、音楽理論に基づいた音楽表現の評価法などを提案し、これらの手法をプログラムに実装してその機能・特徴を検証を行った。その結果から、GA を用いた自動作曲手法として有用であり、拡張性があることを確認することができた。

### 参考文献

- [1] 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, 音楽情報科学, 2001
- [2] 小寺 慶生: ユーザに専門知識を要求しない自動作曲システムの研究, 社団法人 情報処理学会 研究報告, 2005
- [3] 伊庭 斉志: 遺伝的アルゴリズムの基礎-GA の謎を解く-, オーム社, 1994
- [4] 北川 佑: ポピュラー音楽理論, リットーミュージック, 2004
- [5] ヲノ サトル: 甘い作曲講座-すぐに使える珠玉のアイデア-, リットーミュージック, 2005