

# 対話型自動作曲システムに関する研究

## —A メロ、B メロ、サビで異なる印象を感じさせる楽曲生成—

### A STUDY ON THE INTERACTIVE AUTOMATIC MUSIC COMPOSITION SYSTEM

#### -A MUSIC COMPOSITION HAVING THE DIFFERENT IMPRESSIONS IN EACH MUSICAL PERIOD-

梶原智之\*, 合田昇平\*, 畦原宗之\*\*, 加藤茂\*

\*新居浜工業高等専門学校, \*\*長岡技術科学大学

## 1. はじめに

我々は日々様々な場面で音楽に接している。その音楽との接し方には、鑑賞・演奏・作曲という3つの方法がある。このうち鑑賞と演奏を多くの人々が日常的に行っているのに対して、作曲は作者の音楽的知識や音楽的経験に頼って行われており、それらの少ない人々にとっては難しい専門的行為である。

そこで本研究では、音楽理論をシステムがサポートすることで、音楽的知識や音楽的経験の少ないユーザでも簡単に作曲を行うことができるシステムを構築する。また、ユーザの好みを反映した楽曲の生成を行うために、システムの構築には対話型遺伝的アルゴリズム (IGA : Interactive Genetic Algorithm) の手法を用いる。

IGA は、GA で評価に用いられる適応度関数を人間の評価で代用する手法である。この手法は適応度関数のモデル化が難しい楽曲や絵などの様々な芸術的作品の生成に適用されている[2]。

## 2. 作曲の流れ

### 2.1. 楽曲の構成

本システムで作曲される楽曲は、ポップミュージックの構成として適当なメロディ・コード・ベース・ドラムスの4パートから成る。このうち、メロディはユーザの受ける印象に特に大きな影響を及ぼすので、メロディをユーザの嗜好に沿って進化させるべく、GA操作の対象とする。

楽曲の構成は音楽理論[6]を基に、ポップミュージックで一般的な、8小節ずつで形成される大楽節3つ (Aメロ・Bメロ・サビ) から成る3部形式とする。

本システムでは4小節の小楽節をひとつの遺伝子としてGA操作を行い、最終的には小楽節2つで構成される大楽節を3つ用いて、合計24小節の楽曲の作曲を行う。

### 2.2. 評価関数

図2.1の①「評価関数の設定」では、ユーザが作りたい曲の印象を選択し、楽曲内のどのような音楽要素を、ユーザの要求に合った楽曲であると評価するのかを決定する。

本システムでは各大楽節で、ユーザは明るい・暗い、激しい・穏やかなのいずれかの印象を選択することができるが、①では、3つの各大楽節について、ユーザの選択に応じた評価関数が設定される。例えば、「明るい」が選択された部分では、高音域が多い場合に加点する評価関数が使用され、「暗い」が選択された部分では、低音域が多い場合に加点する評価関数が使用される。本システムではメロディ各音の音高の範囲を2オクターブと設定しているので、ここでは高音域は上の1オクターブ、低音域は下の1オクターブとしている。

また、「激しい」を選択した部分では短い音長の音符が多い場合に加点し、「穏やか」を選択した部分では長い音長の音符が多い場合に加点する。本システムでは4分音符を基準に選び、これより長い音長の音符が短い音長の音符かで分類している。

さらに、ユーザが選択した楽曲の印象によって、コード進行やベースパート、ドラムパートも決定される。コード進行は、例えば「明るい」が選択された場合はハ長調のコード進行を用い、「暗い」が選択された場合はイ短調のコード進行を用いる。このコード進行の決定に伴い、ベースパートを構成する各音の音高は、そのコードのルート音に決まる。ベースパートを構成する各音の音長は激しさの項目で決まり、ユーザが「激しい」を選択した場合は8分音符で、ユーザが「穏やか」を選択した場合は4分音符で、それぞれベース音を刻む。また、ドラムパ



図 2.1: 作曲システム

ートでは8種類のドラムパターンのデータがシステム内に用意されており、激しい・穏やかな組み合わせにより、ポップミュージックとして一般的に適切なパターンが選択される。

### 2.3. 音色

図2.1の②「音色指定」では、ユーザはメロディおよびコードを16種類、ベースを6種類の中からそれぞれ好みの楽器を選択する。なお、音色はいつでも選択し直すことができる。

### 2.4. 初期集団

図2.1の③「初期集団の生成」では、システムが50個の遺伝子を生成する。それぞれの遺伝子は、音長および音高の情報を持っている。メロディを生成する際には、まず4小節分の音長を決定し、次いで各音符に音高を決めていく。音高は2オクターブの範囲で、Cメジャースケール内から選択する。

### 2.5. システムによる評価

図2.1の④「システムによる評価」では、評価関数の内容に基づいてシステムが各遺伝子の適応度を評価する。この評価関数の内容は、ユーザの設定によって大楽節ごとに異なるため、それぞれの遺伝子は各大楽節に対応する3種類の適応度を持っている。最終的に出力される楽曲には、各部で適応度が最高の遺伝子を使用する。

### 2.6. 選択

図2.1の⑤「選択」では、システムは次世代の親候補の遺伝子として20個を選ぶ。選択ではエリート保存とランキング選択の手法を組み合わせた操作を行う。

システムはまず、エリート保存の手法を用いて、適応度の高い順に5個の遺伝子を次世代にそのままの形で残す。次に、適応度の低い順に10個の遺伝子を削除する。ここでは各遺伝子の適応度の高低を比較するが、比較対象にはその遺伝子が持っている3つの適応度のうちの最高値を使用する事にする。

次に、ランキング選択の手法を用いて、残りの35個の遺伝子から15個を選択する。まず35個の遺伝子を適応度の最高値を用いてソートする。そして上位5個体は5%、次の5個体は4%、続く10個体は3%、次の10個体は2%、最後の5個体は1%の各確率で合計15個の遺伝子を選択する。

## 2.7. 交叉

図 2.1 の「交叉」では、選択された 20 個の親候補の遺伝子をランダムに 2 個ずつの 10 組に分け、それぞれで 2 点交叉を行い、20 個の子遺伝子を生成する。なお、交叉は小節単位で行われる。

## 2.8. 突然変異

図 2.1 の⑦「突然変異」では、親遺伝子 20 個と子遺伝子 20 個の合計 40 個の遺伝子の中からランダムに選ばれた 10 個の遺伝子について、適応度を高める修正の操作を行う。具体的には、メロディを構成する音について、最終音をコード内音やルート音に変更したり、最終音の音長を増やしたりする。

## 2.9. 進化

図 2.1 の④～⑦に対応する各処理をまとめて、「進化」と呼ぶことにする。ユーザが図 2.1 の進化ボタンを押すと、システムはこれまでに示した GA 操作を自動的に 10 回繰り返し、10 世代後の時点まで進化を行う。

## 2.10. ユーザによる評価

図 2.1 の⑧「ユーザによる評価」では、システムが「進化」を行い生成した 10 世代後の遺伝子をユーザに提示する。提示された遺伝子の中からユーザが任意で複数個を試聴し、ユーザ自身の感性による印象評価を行う。

図 2.1 の⑧に示すように、ここでは、システムが各大楽節について、最も適応度の高い遺伝子と、上位 20 個の中からランダムに選ばれた 4 個の遺伝子の、合計 5 個をユーザに提示する。

ユーザは各遺伝子を試聴した後、「好き」「普通」「嫌い」の 3 段階で各遺伝子の評価を行う。ここで「好き」の評価を得た遺伝子の適応度は現時点での最高値に変更される。また、「嫌い」と評価された遺伝子の適応度は 0 に変更される。一方、「普通」と評価された遺伝子の適応度は変更されない。なお、⑧でユーザに好きあるいは嫌いとして評価された遺伝子については、以降の「進化」で④の「システムによる評価」を行わないこととする。

## 2.11. 楽曲の出力

図 2.1 の⑨「楽曲の出力」では、各大楽節で適応度が最高の遺伝子を基に 24 小節の楽曲を自動的に生成し、出力する。ここでドラムパートも付け加えられる。ユーザはこの楽曲を試聴し、満足できる楽曲になっていれば、作曲を終了する。

## 3. 実験および考察

### 3.1. 作曲実験

「明るい・激しい」、「明るい・穏やか」、「暗い・激しい」、「暗い・穏やか」の全 4 パターンで作曲を行い、第 50 世代の遺伝子（ユーザが 5 回評価を行った遺伝子）を比較した。

この結果、それぞれ異なる曲調の楽曲が作曲されており、本システムではユーザが入力した印象のパターンによって、異なる印象を持つ楽曲が作曲できることがわかった。

### 3.2. 評価実験

新居浜高専に在学する 20 歳の学生男女 5 名を対象に、評価実験 1 を行った。評価実験 1 では、被験者に作曲を行ってもらい、アンケートに答えてもらった。アンケート項目は、第 1 世代の楽曲が自分の好みの楽曲かどうか、第 10 世代から第 40 世代までの各楽曲が自分の好みの楽曲に近づいたかどうか、第 50 世代の楽曲が自分の好みの楽曲に進化できたかどうかである。

同様の方法で、四国中央市に住む 9 歳から 14 歳までの小中学生男女 7 名を対象に、評価実験 2 を行った（表 3.1）。

これらの結果、各世代でほとんどのユーザが好みの楽曲に近づいたと感じている。また、第 1 世代と第 50 世代を比較すると、好みの楽曲が作曲できたと感じるユーザの数が増加している。

よって、本システムではユーザの嗜好を反映して楽曲を進化させ、ユーザの好む楽曲を作曲することができたとと言える。

さらに、評価実験 1 と 2 を比較すると、全ての世代で評価実験 2 の方が「かなり近づいた」と感じたユーザの割合が高い。

表 3.1: 評価実験の結果

		第 10 世代 (1 回評価後)	改善: 11 人 改悪: 1 人 不変: 0 人
第 1 世代 (評価前)	好き: 8 人	第 20 世代 (2 回評価後)	改善: 10 人
	嫌い: 3 人		改悪: 0 人
	その他: 1 人		不変: 2 人
第 50 世代 (5 回評価後)	好き: 10 人	第 30 世代 (3 回評価後)	改善: 10 人
	嫌い: 2 人		改悪: 1 人
	その他: 0 人		不変: 1 人
平均所要時間	25.4 分	第 40 世代 (4 回評価後)	改善: 10 人
			改悪: 0 人
			不変: 2 人

このことは、音楽経験がより少ない子どもに対して、本システムがより良い印象を与える楽曲を生成できたことを示している。

その他、1 世代につき約 5 分で作曲を進めることができ、先行研究[3-5]と比較しても、ユーザはより手軽に短時間で作曲を行うことができる。また、楽曲構成のイメージを容易に入力できるため、先行研究と比較してより容易に、印象の大きな変化を持った楽曲を作曲することができる可能性があるという点でも、優れているといえる。さらに、本システムでは、IGA と GA とを交互に用いることで、印象の設定がユーザ間で同じであったとしても、ユーザによって異なる多様な楽曲を作曲できている。この点でも先行研究と同等の能力を有しているといえる。

## 4. おわりに

本稿では、それぞれの大楽節ごとに異なる感性的印象を与える 3 部形式の楽曲を作曲するシステムを構築した。本システムでは IGA の手法を用いることにより、音楽的な知識や音楽的な経験の少ないユーザでも簡単に作曲を行うことができ、ユーザ個人の好き嫌いという主観も反映させて作曲を進めることができる。また、3 部形式の楽曲構成にして大楽節ごとに印象を変えることができるので、曲全体を通しての流れもユーザが好むものに設定できる。

評価実験からは、本システムが実際にユーザの嗜好を反映して楽曲を進化させ、ユーザの好む楽曲を作曲することができたことを示した。また先行研究と比較しても、短時間で、構成を意識した多様な楽曲が作曲できることが確認できた。

本システムを通して多くのユーザが新しい音楽体験をし、音楽愛好家の底辺の拡大に寄与できることを期待している。

## 参考文献

- 1) 谷口高士: 音楽と感情, 北大路書房, 1998
- 2) H Takagi: Interactive Evolutionary Computation: Fusion of the Capabilities of EC Optimization and Human Evaluation, Proc. Of the IEEE, vol. 89, No. 9, pp. 1275-1296, 2001
- 3) 畦原宗之, 海老原祐, 鬼沢武久: 作り手のイメージを反映させた楽曲生成システムに関する研究, 日本感性工学会誌 感性工学研究論文集, Vol. 1, No. 2, pp. 66-72, 2001
- 4) Muneyuki Unehara and Takehisa Onisawa: Music composition system with human evaluation as human centered system, Soft Computing, Springer-Verlag Heidelberg, Vol. 7, No. 3, pp. 167-178, 2003
- 5) Muneyuki Unehara and Takehisa Onisawa: Music Composition by Interaction between Human and Computer, New Generation Computing, Ohmsha Ltd., Vol. 23, No. 2, 2005
- 6) 草道節男: コードネームで解りやすいメロディ創作 基礎的な形式を身につけよう, 音楽之友社, 2001
- 7) 北川祐: 音楽理論ハンドブック, リットーミュージック, 1988