

## 遺伝的アルゴリズムと $N$ グラムモデルを用いた自動作曲システム

吉田将頌 杉山尚己 浅沼克哉 長名優子

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部

### 1 はじめに

人間ではなく、コンピュータに作曲を行わせようとする研究の歴史は古く、1957年にマルコフ過程を用いた自動作曲の研究が行われて以来、数多くの研究が行われてきた。自動作曲や編曲に関する研究としては、マルコフ過程を用いる手法のほか、近年では、隠れマルコフモデルを用いる手法、ニューラルネットワークを用いる手法、ファジィ推論を用いる手法、遺伝的アルゴリズムを用いる手法、遺伝的プログラミングを用いる手法など様々な手法が提案されている。

そのような手法の1つとして遺伝的アルゴリズムと  $N$  グラムモデルを用いた自動作曲 [1] が提案されている。このシステムでは、曲を構成する3大要素(リズム・フレーズ・和音)のうち、リズムとフレーズを考慮している。また、和音の代わりにスケールを考慮し、リズムの進行、音の高さの進行、音階固有の音の割合の評価を行うことによって、より自然な曲の生成を目指している。しかし、生成された曲の不自然なところに休符が存在したり、曲の終わり方が不自然であるといった問題がある。また、16分音符の長さを最小単位としているため、三連符を含む曲を扱うことができない。

本研究では、文献 [1] のシステムに基づいた遺伝的アルゴリズム [2] と  $N$  グラムモデル [3] を用いた自動作曲システムを提案する。提案システムでは、リズムの進行の特徴において位置の情報を考慮することで休符の位置や曲の終わり方を自然なものにする。また、16分音符の1/3の長さを最小単位とすることで三連符の扱いを可能とする。さらに、コード進行を考慮することでより自然な曲の生成を目指す。

### 2 遺伝的アルゴリズムと $N$ グラムモデルを用いた自動作曲

本研究では、遺伝的アルゴリズムと  $N$  グラムモデルを用いた自動作曲システムを提案する。提案システム

Automatic Composition System using Genetic Algorithm and  $N$ -gram Model  
Masanobu Yoshida, Naoki Sugiyama, Katsuya Asanuma and Yuko Osana (Tokyo University of Technology, osana@cs.teu.ac.jp)

では音の高さとリズムの情報を遺伝子として表現し、選択、交叉、突然変異などの遺伝的操作を繰り返すことで作曲を行う。適応度の計算は、既存の曲からリズムや音の高さ、1小節に含まれる音の数の遷移、コードの進行の特徴を学習した  $N$  グラムモデルによる評価と4小節ごとのリズムの類似度、音階固有の音の割合、連続する2つの音の差分の割合に関する評価を利用して行う。

#### 2.1 $N$ グラムモデルによる曲の特徴の学習

提案システムでは、 $N$  グラムモデル [3] を用いて、既存の曲の特徴を学習し、それを遺伝的アルゴリズムを用いて曲を生成する際の適応度の計算に用いる。提案システムでは、(1) 2小節単位のリズムの進行、(2) 4小節単位のリズムの進行、(3) 音の高さの進行、(4) 音の高さと長さの進行、(5) 1小節に含まれる音の数の遷移、(6) コード進行の6つの特徴に関する  $N$  グラムモデルを用いる。

#### 2.2 遺伝的アルゴリズムによる自動作曲

提案システムでは、コードとメロディーを遺伝子の形で表現し、選択、交叉、突然変異などの遺伝的操作を繰り返すことでメロディーを生成する。

##### 2.2.1 初期個体群の生成

提案システムでは学習に用いた曲の特徴を反映した形で初期個体群の生成を行う。学習に用いた曲の特徴は、曲を2小節単位のブロックに分けたリズムの状態の系列に基づいて得られる音休符の始まる位置に関するマルコフモデルと各位置におけるある高さの音の生成確率により表現する。

曲の始めの状態を確率に基づいて決定し、音休符の始まる位置に関するマルコフモデルにおける状態遷移確率に従ったランダムウォークにより、リズムの生成を行う。生成されたリズムに対し、音の高さの分布確率にしたがって音の高さの情報を付与する。このようにして複数のメロディーを生成し、それを初期個体とする。



図 1: 学習に用いた曲の例

### 2.2.2 遺伝子による曲の表現

提案システムでは、遺伝子はリズムと音の高さの情報で表現する。

リズムは、音の長さの最小単位 (16 分音符の長さの 1/3) ごとに 0(休符), 1(音の始まり), 2(音が続いている状態) のいずれかの状態であるかによって表す。音の高さは、リズムと同様に音の長さの最小単位ごとに音名をオクターブの情報を割り当てることで表す。

### 2.2.3 評価

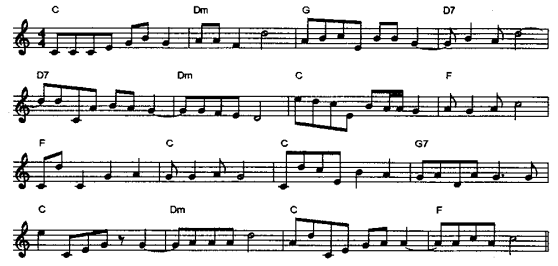
遺伝的アルゴリズムでは、より良い遺伝子を次の世代に残すために適応度を計算し、その値に応じて選択を行う。提案システムでは、(1) リズムの進行, (2) 音の高さの進行, (3) 音の高さと長さの進行, (4) 1 小節に含まれる音の数の遷移, (5) コード進行, (6) 4 小節ごとのリズムの類似度, (7) 音階固有の音の割合, (8) 連続する 2 つの音の高さの差分の割合の 8 つの項目に関する適応度を用いる。(1)~(5) の適応度は既存の曲の特徴を学習した  $N$  グラムモデルを用いて計算する。また、(6)~(8) についても既存の曲における特徴を考慮して評価を行う。提案システムでは、各項目に関する適応度の重み付け和として全体の適応度を求める。

## 3 計算機実験

提案システムの動作を確認し、有効性を示すために実験を行った。図 1 に示すような曲を学習させた提案システムで生成された曲の例を図 2 示す。

### 参考文献

[1] M. Tomari, M. Sato and Y. Osana: "Automatic composition system based on genetic algorithm



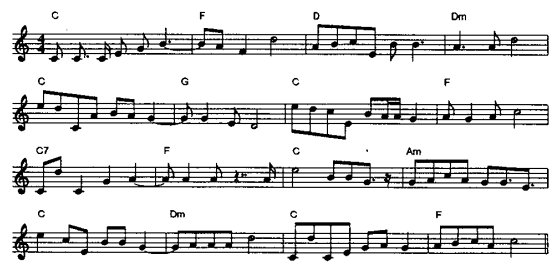
(a)



(b)



(c)



(d)

図 2: 提案システムで生成されたメロディーの例

and  $N$ -gram model," Proceedings of IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics, Singapore, 2008.

[2] 坂和正敏, 田中雅敏: 遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, 1995.  
[3] 北研二: 確率論的言語モデル, 東京大学出版会, 1999.