

N グラムモデルと遺伝的アルゴリズムを用いた 複数の曲の構成を考慮した自動作曲システム

高野美央 長名優子

東京工科大学 大学院 バイオ・情報メディア研究科

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。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曲の構成を考慮した自動作曲 [1] が提案されている。このシステムでは、複数の曲の特徴を考慮した曲の生成を行うことができるが、異なる特徴を持つ複数の曲を用いた場合には、それらの特徴が平均化され、個々の曲の特徴が失われてしまうという問題がある。

本研究では、文献 [1] のシステムに基づいたNグラムモデルと遺伝的アルゴリズムを用いた複数の曲の構成を考慮した自動作曲システムを提案する。提案システムでは、各曲の構成ごとに別のNグラムモデル [2] に特徴を学習させ、遺伝的アルゴリズム [3] を用いて曲を生成する際の適応度の計算に用いることで複数の曲の特徴をあわせ持つようなメロディの生成を実現する。

2 N グラムモデルと遺伝的アルゴリズムを用いた自動作曲

本研究では、Nグラムモデルと遺伝的アルゴリズムを用いた複数の曲の構成を考慮した自動作曲システムを提案する。提案システム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、既存の曲から曲の構成ごとにリズムや音の高さ、1小節に含まれる音の数の遷移の特徴を学習した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、休符の長さの割合に関する評価を利用して行う。

Automatic Composition System using N-gram Model and Genetic Algorithm considering Melody Blocks in Plural Melodies
Mio Takano and Yuko Osana (Tokyo University of Technology, takano@osn.cs.teu.ac.jp, osana@stf.teu.ac.jp)

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グラムモデルを用いて、既存の曲の特徴を各曲の構成ごとに学習し、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) 最終小節のリズムの進行、(4) 音の高さの進行、(5) 最終小節の音の高さの進行、(6) 音の高さと長さの進行、(7) 最終小節の音の高さと長さの進行、(8) 1小節に含まれる音の数の遷移に関するNグラムモデルを用いて評価を行う。

(1) リズムの進行に関するNグラムモデル

提案システムでは、リズムの進行に関するNグラムモデルとして(1) 2小節単位、(2) 4小節単位、(3) 最終小節でのリズムの進行を学習する3つのNグラムモデルを用いる。曲 m の構成 k のリズムの進行に関するNグラムモデル M_{R2}^{mk} , M_{R4}^{mk} では、曲の各構成を2小節もしくは4小節単位のブロックに分け、その中でどのタイミングで音が始まっているのかという特徴を学習する。また、 M_{Rlast}^{mk} では構成の最後の2小節での音の始まるタイミングの特徴を学習する。

(2) 音の高さの進行に関するNグラムモデル

曲 m の構成 k の音の高さの進行に関するNグラムモデル M_T^{mk} , M_{Tlast}^{mk} では、曲全体と最終小節での音の高さの進行を学習する。

(3) 音の高さと長さの進行に関するNグラムモデル

リズムの進行に関するNグラムモデルや音の高さの進行に関するNグラムモデルでは、音の高さと長さの情報を独立に扱っている。しかしながら、曲において音の高さと長さの進行は密接な関係にあると考えられるので、提案システムでは曲 m の構成 k の音の高さと長さの進行に関するNグラムモデル M_S^{mk} , M_{Slast}^{mk} において高さや長さの両方を考慮した音の進行を学習する。

(4) 1小節に含まれる音の数の遷移に関するNグラムモデル

曲 m の構成 k の1小節に含まれる音の数の遷移に

関する N グラムモデル M_B^{mk} では, 1 小節に含まれる音の数の遷移を学習する.

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, リズムと音の高さの情報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曲を生成する.

2.2.1 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とオクターブの情報を割り当てることで表す.

2.2.2 初期個体群の生成

提案システムでは学習に用いたすべての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, 曲の構成ごとに 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 M_R^k と各位置におけるある高さの音の生成確率 $P_i^k(o)$ により表現する. 初期個体群の生成に用いるマルコフモデルと生成確率は, 学習に用いるすべての曲を用いて生成する. 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 M_R^k 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 $P_i^k(o)$ 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を生成し, それを初期個体とする.

2.2.3 評価

提案システムでは, (1) リズムの進行に関する適応度, (2) 音の高さの進行に関する適応度, (3) 音の高さと長さの進行に関する適応度, (4) 1 小節に含まれる音の数の遷移に関する適応度, (5) 4 小節ごとのリズムの類似度に関する適応度, (6) 音階固有の音の割合に関する適応度, (7) 連続する 2 つの音の差分の割合に関する適応度, (8) 休符の長さの割合に関する適応度に関する適応度を用いる.

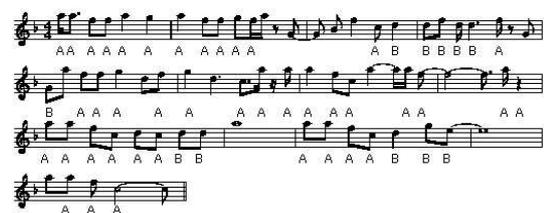
(1)~(5) の適応度は 2.1 で述べた N グラムモデルを用いて計算する. 提案システムでは, 原則としてそれぞれの曲の特徴を学習した N グラムモデルのうち, 出現確率の最も高いものを用いて適応度を計算する. しかし, 連続する系列を評価する場合にはある程度同



(a) 学習に用いた曲 A



(b) 学習に用いた曲 B



(c) 生成された曲

図 1: 提案システムで生成された曲の例

じ曲の特徴を学習した N グラムモデルを用いて評価できるほうが望ましいと考えられるため, 以下の条件を満たす場合のみ出現確率の最も高いものではなく, 前後の時刻で最も高い出現確率を持つ N グラムモデルを用いるものとする.

- 前後の時刻において同じ曲の特徴を学習した N グラムモデルの確率が最も高くなっており, それに着目している時刻において最も出現確率が高いものと異なる.
- 2 時刻前と 2 時刻後の両方もしくは片方において, 前後の時刻と同じ曲の特徴を学習して N グラムモデルの確率が最も高くなっている.

3 計算機実験

提案システムに A, B 2 つの曲を学習させて生成した曲の一部を図 1 に示す. 各音符の下には音の高さの適応度を計算する際にどちらの曲の特徴を学習した N グラムモデルが用いられたかを示してある. 図 1 より, 学習に用いた両方の曲の特徴を合わせ持つメロディが作成できていることが分かる.

参考文献

- [1] M. Takano and Y. Osana: "Automatic composition system using genetic algorithm and N-gram model considering melody blocks," Proceedings of IEEE Congress on Evolutionary Computation, Brisbane, 2012.
- [2] 北研二: 確率論的言語モデル, 東京大学出版会, 1999.
- [3] 坂和正敏, 田中雅敏: 遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, 1995.