

自動作曲におけるカオス理論の非線形パラメータを利用した

音楽化の可否とロック的要素の有無

09j5-104 直井英樹 (横山研究室)

1. 概要

本研究では、ロジスティックマップによるカオスの非線形パラメータを使用した自動作曲プログラムで生成された音列が「音楽」「ロック」の特徴を持つかの検証を行う。ロジスティックマップを用いたカオスにより出力される値を「ギター」「ベース」「ドラム」の三つの楽器音に割り振る自動作曲プログラムを作成し、MIDI形式で音のデータを作成する。作成された音のデータが「音楽」と呼べる物になっているか、また音楽ジャンルとしてポピュラーな「ロック」というジャンルの要素を持ち得るかを実験し、検証した。

2. はじめに

カオス理論の持つ複雑な予測できない様子を示す現象を用い音楽に応用する手法は現在では珍しくない。カオス理論から生成される非線形軌道を音楽のパラメータに利用し、そのまま電子音やピアノの音で出力する手法 [1]や、カオス理論という素材を作曲家が楽曲の創造の際に使用し作曲を行う手法 [2]が挙げられる。前者の場合、複雑故に独創的な旋律を奏でるが、これ自体を音楽と呼べるかはいささか疑問がある。後者の場合はカオス理論のパラメータそのものを使用するのではなく、あくまでアレンジして作曲を行っている。そこで、1つの楽器音だけではなく複数の楽器音を使用し、且つカオス理論のパラメータそのものを使用し作曲したものが「音楽」になりえるか。また、ジャンルを持ちえるかという検証を行うことにした。

3. カオス理論とは

カオス理論とは、決定論的で動的なシステムの一部に見られる、予測できない複雑な様子を示す現象を扱う理論である。値の振る舞いは決定論的法則に従うものの、その過去および未来の振る舞いの予測には、初期値など無限の精度の情報が必要とされるため、観測による予測が不可能に近いものをカオスという [3]。簡単な例を挙げると、「アンデスの山奥で蝶が羽ばたけばアメリカ大陸で竜巻が起こる」という言葉がある。これは、アンデスの山奥で蝶が羽ばたく＝初期値であり、アメリカ大陸で竜巻が起こる＝結果である。これは初期値のズレが結果を大きく左右している事を表している。これをバタフライ効果と言い、バタフライ効果によって起こった現象を理論的に言うところカオス理論と言う。

本研究では1976年にR.Mayが発見したカオス生成関数であるロジスティックマップを使用し研究を行う(式(1))。

$$X_{n+1} = \lambda * X_n * (1 - X_n) \quad (0 < \lambda \leq 4) \quad (1)$$

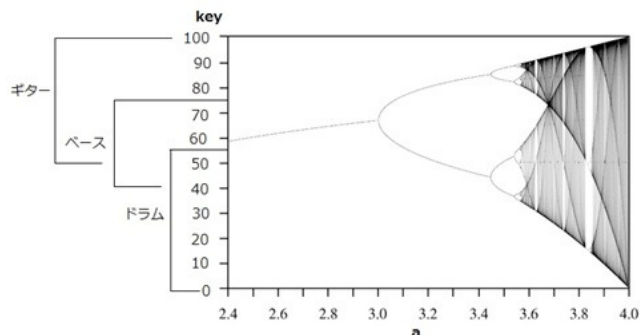


図 1 ロジスティックマップ 楽器割り当て図

4. 自動作曲プログラム

プログラムは MIDI データを製作するライブラリ [4]を利用し、自動作曲プログラムを C 言語で作成した。音を発生させる部分にロジスティックマップの数式を挿入し、算出された数値を 100 倍し 1~100 までの値に拡張させ、各々の数値に楽器音を割り当てている。ギター、ベース、ドラムの割り当ては、ドラムは 0~55、ベースは 40~75、ギターは 50~100 である。

5. 曲の種類

自動作曲プログラムにより作成したサンプル曲のパターンは全部で 48 曲になる。a の値は 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.9999 で固定して曲を作成した。BPM(曲の速さ)は 500 にしたもの 300 にしたものを作成。アルゴリズムの有り(ギター、ベースの音量、音高、音長、本数を補正したもの)無しで 2 種類。さらにドラムラインの有り(あらかじめ一定のリズムを持たせたドラムラインを作成し、ドラムの楽器割り当て部分に挿入したもの)無しでも 2 種類。これで合計 48 曲である。

6. 実験

被験者に作成した曲を聴いてもらい、アンケートの質問に対し 5 段階評価で回答してもらった。被験者各々の各曲に対する印象や「音楽」「ロック」になり得ているかを集計した。実験対象者は 24 人。アンケートの質問項目は 15 項目用意した。

実験結果の解析は、「音楽」に聞こえるかは質問 14 の「この曲は音楽とは言えない」の数値を反転(評価 1 だったら 5、評価 2 だったら 4。つまり 6 から評価の値を引く)して平均をとることで求める。ロックに聞こえるかは質問 8 の「ロックに聞こえる」の平均をとって求める。

表 1 質問項目

1. ポップスに聞こえる
2. 機械的に聞こえる
3. この曲はノリがいい
4. 聞いていてイライラした
5. ずっと聞いていられる
6. この曲にジャンルはない
7. この曲を聴きながら勉強できる
8. ロックに聞こえる
9. この曲は激しい
10. 気分がハイになった
11. 曲の速さは適切である
12. 自然に聞こえる
13. この曲を聴きながら眠れる
14. この曲は音楽とは言えない
15. この曲を聴きながらご飯を食べられる

7. 実験結果

図 2 に a 値に対する「音楽」に聞こえるかの評価結果の平均を示す。

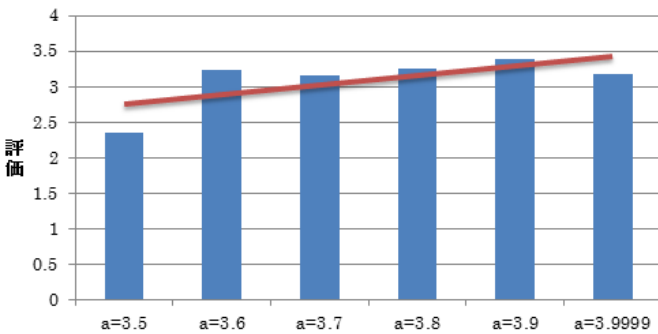


図 2 a 値に対する音楽に聞こえるかの評価結果

横軸は a の値を表し、縦軸は質問の回答の平均を表している。 a の値が大きい方向へ近似曲線(最小 2 乗法の線形近似)が上向きに傾いている。単調な a の値が低い曲よりも、音の幅が広く複雑化している a の値が高い曲の方が評価が高くなっている。

図 3 に a 値に対する「ロック」に聞こえるかの評価結果の平均を示す。

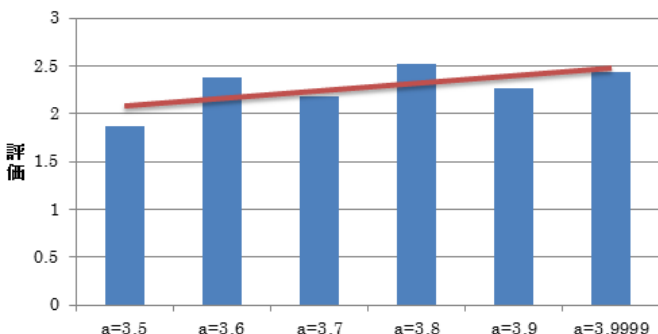


図 3 a 値に対するロックに聞こえるかの評価結果

a の値が大きい方へ近似曲線が上向きに傾いている。 a の値が大きくなるにつれて key のとる値の幅が大きくなり、出力される音が複雑化していくため「ロック」として評価されたのだと考える。

8. 考察

音楽化の可否とロック的要素の有無の判断だが、5 段階評価の中央値 3 を超えるか超えないかで判断を行うことにする。 a 値に対する「音楽」に聞こえるかの評価結果の平均では、 $a=3.5$ 以外はすべて評価平均が 3 を超えている。つまり $a=3.5$ 以外の曲は「音楽」と言えると判断する。一方で、 a 値に対する「ロック」に聞こえるかの評価結果の平均では、評価の中央値 3 を超える評価平均は存在しない。しかし、比較的ロックとしての評価が高い $a=3.8$, $a=3.9999$ を BPM500、アルゴリズム有りという条件に絞って平均をとると中央値 3 を超えることが分かった。表 2 に BPM300 と BPM500 のアルゴリズム有りという条件で $a=3.8$ 未満, $a=3.8$, $a=3.9$, $a=3.9999$ の「ロック」としての評価の平均を示す。つまり、条件次第では「ロック」というジャンルを持ち得るということである。

表 2 条件を絞った「ロック」としてのユーザ評価の平均値

	a=3.8未満	a=3.8	a=3.9	a=3.9999
BPM300 アルゴリズム	2.767857	2.75	2.8	2.65
BPM500 アルゴリズム	2.90625	3.5	2.535714	3.05

9. おわりに

著者の定めた判断法による結果だが、本研究の自動作曲プログラムで作成したカオスの曲の音楽化の可否とロック的要素の有無は、「音楽」とは言える楽曲は作成可能であり、一方「ロック」的要素を持たせることは、ある条件のもとで限定的に可能だということが分かった。本研究は実験の被験者の人数が 24 人と少人数だったことと、被験者の半数人以上は楽器演奏経験があり、一般人よりも音楽に精通している人達だったので、実験結果に偏りが出ている可能性が高いのが心残りである。

引用文献

- [1] “Chaos Theory / カオス理論,” [オンライン]. Available: <http://akihikomatsumoto.com/maxmsp/chaos.html>.
- [2] 松本昭彦, “max/msp java カオス理論で作曲,” [オンライン]. Available: <http://ameblo.jp/akihikom/entry-10210894473.html>.
- [3] ラルフ・エイブラハム, 上田暁亮, カオスはこうして発見された, 共立出版, 2002年4月.
- [4] (C)2002-2010 くず / おーぷん MIDI ぷろじえくと, “MIDIData ライブラリ,” [オンライン]. Available: http://www.oiffi.org/ns-org/nsd/ar/cp/midi_sf_jp_Sekaiju2/MIDIData/docs/MIDIData.html.
- [5] 編 ニーナ・ホール, 訳 宮崎忠, カオスの素顔, 講談社.
- [6] 船越満明, カオス, 朝倉書店.