

1/f 揺らぎを用いた自動音楽生成に基づく ドラムトレーニングシステム "Neo Algo-Rhythm"

谷井章夫 †

片寄晴弘 ‡

和歌山大学システム工学部デザイン情報学科

〒640-8510 和歌山市栄谷930

† s025062@sys.wakayama-u.ac.jp

‡ katayose@sys.wakayama-u.ac.jp

概要

本稿では、アルゴリズムによって生成されるBGMに合わせ、その場で生成されたドラムパートをプレイヤーがトレースしていく、アミューズメント要素を持ったドラムトレーニングシステムを紹介する。このシステムにおいては、人間にとって心地よいと言われている「1/f揺らぎ」的な乱数を用いて、一意ではない音楽情報がリアルタイムに生成されている。

"Neo Algo-Rhythm" : A Drum Training System based on algorithmic composition using 1/f Randomness

Akio Yatsui †

Haruhiro Katayose ‡

Design Information Sciences Department Faculty of Systems Engineering
Wakayama University,
930 Sakaedani, Wakayama, Wakayama 640-8510 JAPAN

Abstract

In this paper, we introduce Neo Algo-Rhythm; a drum training system based on algorithmic composition using 1/f randomness. When using the system, the drums player has to keep on tracing the rhythm pattern generated automatically to the background music also generated by the system. The system generates different music every time using 1/f randomness, which is regarded as a pleasant signal for creatures, including human being.

1 はじめに

ドラマーとしての欠かせない要素のひとつに「リズムキープ」が挙げられる。ドラマーは、他の演奏者のリズムの拠り所となっているため、リズムキープが不安定だとアンサンブル全体のまとまりがなくなり聴衆に不快感を覚えさせてしまう。我々は、このリズムキープを訓練でき、かつアミューズメント要素のあるようなシステムを製作することにした。

昨年アーケードゲームとして「ドラムマニア」というビートマニア系ゲームのドラム版なるものが登場したが、このゲームもある意味でリズムキープのトレーニングを目的として利用することが可能である。しかし、本研究では、即興演奏のようなより柔軟なドラムプレイに対し訓練できるようなシステム作りを目指すことを特に重視した。ゲーム内容は、バックミュージックに合わせプレイヤーがドラムパートの演奏をするというものである。ここまではドラムマニアと何ら変わりはない。本システムでは、自動的なBGM生成機構を採用し、ドラマーに要求される演奏内容も実時間で生成されるものを用いることにした。演奏の度ごとに変わる音楽を生成するにはなにがしかの乱数的な操作が必要となるが、本システムでは、1/f的な乱数元を採用することにより、比較的自然な音楽データの生成を行っている。

つまり演奏内容が既に決まっているドラムマニアと違い、常に異なる演奏内容がプレイヤーに要求されるということで、即興演奏中でのリズムキープのトレーニングも可能であるし、より緊張感を保ち続けながらゲームを楽しむこともできる。また、このシステムはある意味で人間とコンピュータによるジャムセッションを実現しているともいえるだろう。

2 コンピュータと作曲

コンピュータを利用した作曲は、人間の介在の観点から、大きく二つのタイプに分けられる。一つは、MIDIで表現される音楽演奏情報をシーケンスデータとして制作編集するという作業である。これは、すでにカラオケの曲データや様々なBGMなどに利用され、巨大な産業として広く一般に知れ渡っている。このような音楽の多くは、「ノンリアルタイム音楽」と呼ばれている。¹⁾

もう一つは、音楽演奏情報そのものがなんらかの形で演奏のたびに変化するような仕組みを構成していく「アルゴリズム作曲」という手法である。初期のものとしては、作曲アルゴリズムを作ったうえで、オフラインで作品を生成するタイプのものが多かった。一方、実時間のタイプとしては、ハードウェアエフェクタ（ハーモナイザー、ディレイ等）のプリセットプログラミングを利用する手法が存在する。最近では、コンピュータを利用して、すべての音楽演奏情報を実時間で生成するものも増えている。手法としては、乱数やカオスと確率分布によって音楽要素を生成する「確率音楽」の手法や、特定の作曲家の音楽情報データベースから抽出した音楽的特徴を利用した「幻の作品」の創生、自然界に存在する様々な情報を音楽の情報に置換した「自然なゆらぎ」の音楽、等がある。また、リズムやベースやコードのパターンを複数個用意した中からランダムに取り出して組み合わせたBGMの自動生成するものや、新しい和声理論やチューニングの理論を提唱して実際に音楽として生成するもの、自然言語処理系で構造的に記述した「文章」を音楽情報と解釈して演奏生成するものなどのアプローチもある。²⁾

3 「1/f 揺らぎ」について

3.1 「1/f 揺らぎ」

ことのはじめは、電氣的導体に電流を流すとその抵抗値が一定ではなく、不安定にゆらいでいることが70年ほど前に発見されたことによる。そのパワースペクトルが周波数 f に反比例する、つまり $1/f$ に比例することから、「 $1/f$ 揺らぎ」と名付けられた。その発生機構は十分に解明されていないが、その後ろそくの炎、そよ風、小川のせせらぎなどの様々な自然現象の中に「 $1/f$ 揺らぎ」が発見された。また、人の心拍の間隔、クラシック音楽、手作りのものなども「 $1/f$ 揺らぎ」になっていることが発見されている。³⁾

「 $1/f$ 揺らぎ」は音楽でいうとラジオのノイズの「ザー」という音と、メトロノームの規則正しい音とのちょうど中間にあたるものである。もう少し音楽的にいうと相関が全くないメロディを聞いていると苛々してくるが、逆に相関があり過ぎるメロディは先が読めるので退屈になってくる。その中間にあたる不規則さと規則正しいさがちょうどいい具合に調和している状態のことを $1/f$ 揺らぎという。

ここで、音楽において $1/f$ に関する解析を行った例を図1に示す⁴⁾。これを見ても分かるようにパワースペクトル密度と周波数の関係がほぼ反比例になっている。これが「 $1/f$ 揺らぎ」である。

3.2 $1/f$ 揺らぎが心地よい理由

生物には、生き延びるための危険回避を目的として、異端なものに出会った場合、緊張状態（交感神経系の支配下）になることが組み込まれている。自然の環境の中で育ってきた生物（組織化してきた脳）にとっては、その自然な

環境が安心で、それ以外は異端という感覚ができあがる。自然界に存在する「 $1/f$ 揺らぎ」に対して生物が心地よいと感じるのはこのような理由によるものと説明される。自然と感じられるような人工物を生成したいのであれば、それを倣うべきという当たり前のことを意味している。²⁾

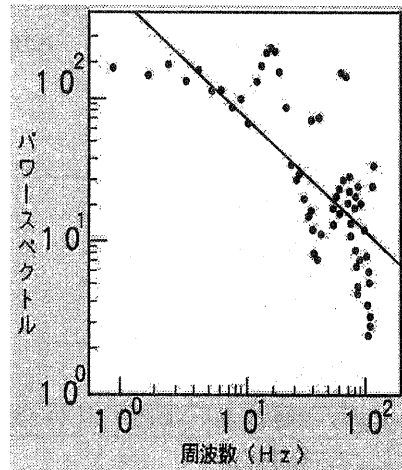


図1 バッハのプレリュードのパワースペクトル
(カオスと複雑系の科学 井上政義著より)

3.3 $1/f$ 揺らぎの応用

街中に出てみると、直線や直角といった幾何学的なものがあふれている。ではなぜ幾何学的なものが多いのだろうか。人がものを作るとき、生産性、効率性を考えると幾何学的なほうが都合がいい。だが無味乾燥で冷たいものになってしまう。その点、昔ながらの手作りのものはきれいに整っていない分、暖かさがある。現代のような大量生産、大量消費社会では、手作りのものはどんどん淘汰されていっている。

そこで「 $1/f$ 揺らぎ」の性質を利用すると、昔ながらの手作りの味を出せるようになる。そうすることからふつうの生産ラインにのることができ、大量に生産することができる。ストレスの多い現代社会に安らぎを与えることができるのである。³⁾

4 システムの概要

本システムの概要図を図2に示す。本システムでは、MAX上でインプリメントされた自動演奏生成アルゴリズムにより各パートの演奏内容が実時間で自動生成される。このうちドラムパートの演奏内容のみMIDI出力されず、一旦モニタに表示される。プレイヤーは、その表示をトレースしていくことでドラム演奏行い、その演奏情報がMIDIとして出力される。

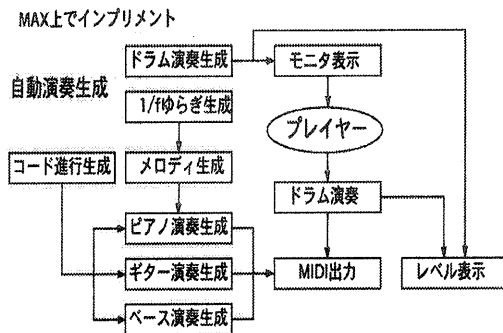


図2 システム概要図

4.1 1/f ゆらぎ簡易計算法

1/fゆらぎを導き出すには本来信号処理のテクニックを必用とするが、本システムでは近似的な値として導き出す方法をとっている。

まず、サイコロを10個用意し、それぞれにAからJまで名前を付けそれぞれ下記の条件で振っていき、毎回目の数の総和を出していく。そして、その総和が1/fゆらぎにより算出された値となるわけである。なお、図3は、本システムの算出過程を示したものである。

(条件)

一回目はすべて振る

- | | |
|-----------|------------|
| A-毎回振る | B-2回に1回振る |
| C-3回に1回振る | D-4回に1回振る |
| E-5回に1回振る | F-6回に1回振る |
| G-7回に1回振る | H-8回に1回振る |
| I-9回に1回振る | J-10回に1回振る |

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	総和
1回目	3	1	4	2	2	6	1	2	4	5	30
2回目	6	1	4	2	2	6	1	2	4	5	33
3回目	5	5	4	2	2	6	1	2	4	5	36
4回目	1	5	3	2	2	6	1	2	4	5	31
5回目	4	3	3	6	2	6	1	2	4	5	36
6回目	5	3	3	6	3	6	1	2	4	5	38
7回目	1	1	5	6	3	2	1	2	4	5	30
8回目	1	1	5	6	3	2	6	2	4	5	35
9回目	3	4	5	4	3	2	6	5	4	5	42
10回目	6	4	5	4	3	2	6	5	1	5	41
11回目	3	1	5	4	4	2	6	5	1	2	33
...											

図3 1/f ゆらぎ簡易計算法のながれ
(太字の目の数は、振った時の目の数)

4.2 メロディー自動生成

まず、1/fゆらぎを生成するためのタイミング、つまりメロディーを生成するための音符を選択し、毎回選択された音符のタイミングで1/f揺らぎを算出する。各々の音符のタイミングの出し方は、図4に示す通りである。なお、bang信号は50msごとに送り続ける。(この時間を変えれば曲の速さが変わる)



図4 各々の音符のタイミングの出し方

生成された数字は適当なスケールに置き換えられてメロディーとして流される。(図5参照)⁵⁾

なお、当システムの自動作曲には「Rock風」と「Jazz風」の2つのモードを用意している。またアボイドノートに対する処理は、メロディーの開始音に現れたときは発音しないようにし、メロ

ディーの途中の音として現れたときはペロシティーは小さくするようにしている。その他の特徴としては、時々メロディの発音を止めたり、メロディに対して3度上の音を重ねて時々ハモラせたり、ペロシティーも「1 / f ゆらぎ」により変化させたりしている。

モード1・・・Blue Note Pentatonic Scale

モード2

I $\Delta 7$	Ionian Scale	Lydian Scale
IV $\Delta 7$	Lydian Scale	
II $m7$	Dorian Scale	
III $m7$	Phrygian Scale	Aeolian Scale
VI $m7$		
V 7	Mixo Lydian Scale Altered Dominant 7th Scale Combination of Diminished Scale Whole Tone Scale Lydian Dominant 7th Scale Harmonic Minor Scale Perfect 5th Below	
VI 7	Altered Dominant 7th Scale Harmonic Minor Scale Perfect 5th Below Combination of Diminished Scale	
II 7 IV 7 その他の Non Diatonic Dominant Chord	Lydian Dominant 7th Scale	
Diminished Chord	Diminished Scale	

一時的転調として発生した II $m7$ は新調の Dorian Scale を使う。

図5 各モードにおけるスケール決定法

4.3 コード進行自動生成

モード1では、小節のはじめにくるメロディ音がコードの3度音になるようにコード名を決定するという音楽的制約をつけている。

一方、モード2ではノンダイアトニックコードを多く使用した豊かなハーモニーを生み出す8小節分のコードプログレッションをその1小節目が始まると同時に一気に生成するという方式をとっている。まず、調性上のダイアトニックコードによりトニック、サブドミナント、ドミナントの基本的な流れを生成する。次にセコンダリードミナント7thコードやディミニッ

シュコード、置換ドミナントやトゥーフाइブ化などの可能性を考えていく。そうすることで調性からの離脱やルート半音下降進行が可能になり音楽的な広がりを感じさせることができる。⁵⁾

図6は、モード2により実際に自動生成されたコード進行である。

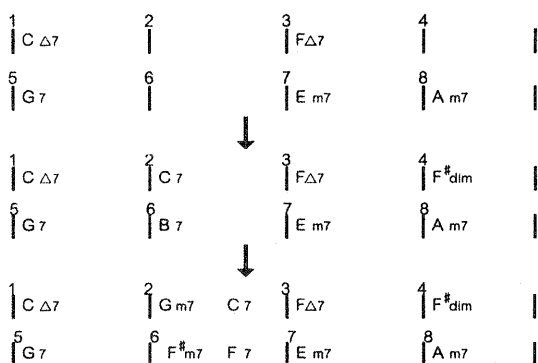


図6 実際に自動生成されたコード進行の例

4.4 パートごとの演奏内容

4.4.1 ピアノパート

生成されたメロディの演奏を基本的に担当している。また、テンション音を含んだジャズ的なバックギンも奏でている。

4.4.2 ギター・ベースパート

モード1では、エレキギターとベースがトニックを中心としたリフを繰り返し演奏している。

一方、モード2ではアコースティックギターがコードストロークをしている。この時、ピックによって6弦全てを全く同時に弾くということが人間には不可能であることを考慮し、弦ごとにタイミングを若干ずらし発音させるようにした。

また、ベースは基本的にコードのルート音を多用するメロディを生成し、ドラムに合わせたリズムパターンになるように、バスドラムが発音された時はベース音も発音されるようにした。また、ピアノとソロを時々交代するようにし、ピアノとベースの掛け合いソロを実現している。

4.4.3 ドラムパート

基本的な8ビートのリズムパターンの間をスネアやバスドラ、タム等でランダムに埋めていくように演奏内容を作成している。作成された演奏内容は図7に示すようにボールとして落下させ、発生から丁度一小節後にプレイヤーが演奏するようにしている。また、JUSTとGOODの基準を設けボールの総数との割合から、プレイヤー自身のレベル表示を行っている。

4.5 評価

当システムをドラム経験者の人と非経験者の人に使ってもらった結果、以下に示すような評価が得られた。

- ・ 1/f揺らぎの乱数の使用は、単純ランダムと比べてはるかに自然だった。
- ・ ドラムパートの演奏内容が常に変わるので、緊張感が持続でき、常に新鮮な気持ちでプレイできた。
- ・ 難易度設定や曲の速度設定が可能なため初心者でも効率良く訓練ができる。

5. おわりに

自動的なBGM生成機構の採用と、実時間でドラムパートの自動生成により、即興演奏中で

のリズムキープを訓練するには、ある程度十分なシステムができたと思う。また、1/f的な乱数元の使用で、比較的自然な音楽データの生成も実現し、ドラムパートの演奏内容が随時変化することで、緊張感を保ち続けられることも分かった。

今後は、BGM自動生成におけるジャンルをよりバラエティ溢れるものにしていくことに重点を置き、より精巧なドラムトレーニングシステムを目指していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 長嶋洋一 橋本周司 平賀譲 平田圭二「コンピュータと音楽の世界-基礎からフロンティアまで-」 pp402~418 (1998) 共立出版
- 2) 片寄晴弘他「和歌山大学システム工学部デザイン情報学入門」 pp161~183 (2000) 日本規格協会
- 3) <http://home.ksp.or.jp/yuragi/index.html>
- 4) 井上政義「カオスと複雑系の科学」 pp234~245 (1996) 日本実業出版社
- 5) 稲森康利「Thesaurus of Jazz Phrase」 pp10~12, 18 (1993) 中央アート出版社
- 6) 篠田元一「新実践コードワーク (1~3巻)」 (1997) リットーミュージック
- 7) 武者利光 富田勲「電子のゆらぎが宇宙を囁く」 朝日出版社
- 8) YUKONEXU6「サイバーキッチンミュージック」 翔泳社
- 9) 「マジカルMAXツアー」 ノイマンピアノディーアート
- 10) 合原一幸「応用カオス」 pp331~332 (1994) サイエンス社

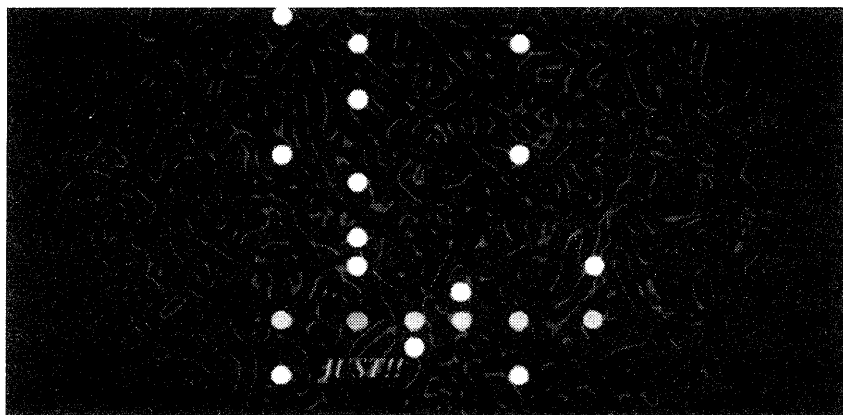


図7 Neo Algo-Rhythmプレイ中の画面