

研究報告

進化論的計算を用いたエレキギターの音色再現手法の提案
 PROPOSAL ON SOUND REPRODUCTION TECHNIQUE OF ELECTRIC
 GUITAR USING EVOLUTIONARY COMPUTATION

有山 大地, 安藤 大地, 笠原 信一

Daichi ARIYAMA, Daichi ANDO, Shinichi KASAHARA

首都大学東京大学院システムデザイン研究科インダストリアルアート学域

Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

概要

エレキギターの音作りは一般的にアナログのアンプ、エフェクターなどを用いて行われ、演奏者やエンジニアが求めている音色を得るためには非常に労力がかかる。そのため、例えば憧れのギタリストの音色を再現したいという場合、機材の情報やアンプ、エフェクター接続順、つまみの位置などの写真によるパラメータ推定が必須であり、これらの情報なしには再現が困難である。本研究では、進化論的計算によるパラメータの自動最適化機構を備えたアンプ・エフェクターを統合する VST プラグインにより、DAW からこれらのパラメータの自動推定をシームレスに行うシステムの開発を目指している。本発表ではその第一稿として音色の物理的側面からパラメータ推定を行う部分についての報告を行う。限定したエフェクトのパラメータ最適化を行ったところ、一定の効果が認められた。また本発表では、さらに複雑な構成の音色の再現を行うためにエレキギターの音色の音響心理学的な側面の検討を、既往研究をもとに行う。

パラメータを持つ。

この音作りの指標として好まれるのは、「名ギタリスト」と呼ばれる人々の音作りである。多くのエレキギターユーザは、自らエフェクターを用意し、パラメータを調節することで、自分の目指すギタリストの音色を模索することになる。しかし、図1を見ても明らかのように、パラメータの組み合わせや、エフェクターの組み合わせは限りなく多様化しており、人の手で目標とするギタリストの音作りを再現することはあまり現実的ではない。

また、プロの使用する機材は非常に高価であるか、もしくは特別な仕様である可能性も存在する。そういった場合、そもそも同じ機材を手に入れることが困難である状況も予想できる。

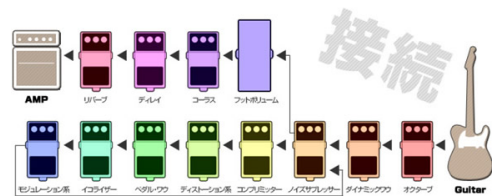


図1. エレキギター・エフェクター・アンプの接続図 [1]

1. はじめに

エレキギターは、音を一度電気信号に変換するという性質を生かし、「エレキギター」と「ギターアンプ」の間に「エフェクター」と呼ばれる波形を加工する装置を繋ぎ、音に様々な変化をもたらすことが可能である。

エレキギターの音を決定する大きな要素としては、「パーツ」「ギターアンプ」「ピックアップ」「エフェクター」の4つを挙げることができる。自分が目指す音を再現する作業を「音作り」と呼ぶが、これはこの4要素の組み合わせで行われる。この4要素はそれぞれ膨大な数が存在し、また、「ギターアンプ」と「エフェクター」はそれぞれ無段階で調節できる複雑な複数の

2. 研究目的

エレキギターにおける音作りの指標には、前述の通り「憧れのギタリストの音色に近づける」というものがある。多くのギタリストは自ら、あるいは熱心な研究者（ファン）の推測によって、「パーツ」「アンプ」「ピックアップ」「エフェクター」の組み合わせを公開している。しかし、実際に公開された組み合わせを試しても、多くの場合期待した結果は得られない。というのも、ギターの音色とは演奏者の癖や、使用してい

る機器の個体差によって微妙な違いが生じてくるためである。また、プロのギタリストの使用する機材は非常に高価な品・ワンオフ品・希少品である可能性もあり、そもそも手に入れることが困難な場合も容易に想像できる。

そこで本研究では、エレキギターの音作りを手助けする為、「パーツ」「アンプ」「ピックアップ」「エフェクター」等の組み合わせが一切不明である状況においても理想とするギターの音色を再現できるシステム、つまり機材や環境に左右されない音色再現のシステムを開発し、開発を通して演奏者の癖や心理的印象などを含めた音色再現の手法を考察する。

また、本研究で想定する状況では、前述の「パラメータの組み合わせが限りなく多様化する」という大きな問題が浮上する。音色再現システムを開発するに当たり、このパラメータの多様化に対応することも大きな課題の一つである。そこで、開発するシステムは可能な限り自動化されることが望ましい。そうすることで、人間が手作業で音色の再現に取り組んでいる現状を解決することを目指す。

そこで前述の通り、エレキギターの音色を構成する要素の組み合わせの数は、非常に複雑に多様化している。そのため、人の手によって音作りを再現する作業には限界がある。また、同じ機材を用意できる人も限られている。よって、まずはDTMでの使用を想定した形として、「VSTプラグイン」(図2)として基本的ないくつかのエフェクターを用意する所から研究を始める。VSTとしてエフェクターを用意することで、それぞれのパラメータをプログラムで動かすことができるようになる。目標とする音色に近づける手法としては、「進化論的計算」を採用する。理想とする音色を音源として入力し、これを正解としてパラメータを変化させ、探索を行う。

続いて、エフェクターが持つパラメータ以外の要素を加えて、さらに“同じ音に聞こえる”ような再現を目指す。この要素の候補はいくつか存在する。

音色の再現において、効果的であったパラメータを見つけるために、様々な組み合わせで試行することで、どんな要素が音色に影響するのか、効果的であるのかを考察し、音色の再現手法を開発する。

3. エレキギターの音響類似度に関する検討

音色の再現を実現するうえで、考慮する要素・パラメータの候補の種類は多岐にわたる。それらを大きくカテゴライズすれば、振動モデルによる物理的な再現を試みるアプローチと、音響心理学に基づく心理的な再現を試みるアプローチの2つに分けられる。本研究ではその両方のアプローチから音色の再現を図る。進化論的計算を用いることで、双方のアプローチで考え



図2. VSTプラグインで実装されるマルチエフェクターの例 [2]

られる「音色再現の要素」を統合して扱うことができる。その点において、進化論的計算を選択することは十分に有効であると考えられる。

3.1. エフェクターパラメータの感情への置換

丸井ら [3] は自身の論文の中でエフェクトによる音の変化を、パラメータの変化と直感的に関連付ける為に、操作のつまみを「音の激しさ」「音の明るさ」といった聴感印象を表す言葉のものに置き換える試みを提示している。

エフェクターは種類によって持つパラメータがそれぞれ異なるが、心理学的な音の印象変化という指標に置き換えることで、パラメータをより単純化できる可能性がある。また、この手法はエフェクター以外の要素を追加した際にも共通して適用でき、有効である。

加えて、物理的な波形の再現だけでは、エフェクトの種類が増え、音色が複雑なものになった際に、プログラムによる再現作業が見当違いの解答にたどり着いてしまう危険性もある。そのため、聴感印象という主観的なものを加えることで、プレーヤー本人の感覚としての「再現度」「それらしさ」に向けた探索の軌道修正が可能であると考えられる。

3.2. パーツの違いによる音色のパラメータ化

松谷 [4] による研究では楽器の個体差で生まれる音の違いを調査し、異なる特性を持つギターで、同じ音を出すにはどうしたら良いかという研究から、適応信号処理によって音色の再現を実現している。

関連研究では物理的な波形をなぞることで音色の再現を実現したが、本研究では「ピックアップと木材の性質の差」という点にのみ注目し、それぞれの要素が音色にどのような影響を与えるか調査し、エフェクター同様のパラメータを設定する予定である。

エフェクターに加えて、ギター本体もまた音色に影響

響を与える要素を多量にはらんでいる。中が空洞であるフルアコースティックギター、センターブロックを備えたセミアコースティックギター、空洞のないソリッドギターでは強調される音域が異なる。またピックアップも同様に種類ごとの異なった性質を持つ。同じ種類のギターを用意できれば良いが、プロのミュージシャンは特注のモデルや、大昔に生産の終了したビンテージの楽器を好んで用いる場合が多い。よって、ギターの個体差も含めたパラメータも考慮できると、再現の正確さを高めることができるのではないかと考える。

3.3. 弾き方の癖やストローク位置の推定

同じ楽器を用いても、どの角度で弦をはじくか、どの位置で弦をはじくかという演奏者の癖により、音は異なってくる。安倍ら [5] による研究では一般的な撥弦の物理モデルを用い、進化論的計算の1手法である遺伝アルゴリズムを用いることで、特定の状況下の振動パターンを推定することに成功している。

その際注目されたパラメータは「弦の密度」「弦の長さ」「弦を押す位置」「弦の張力」「弦の材質」などである。結果から見て、このパラメータは演奏者の好みや癖、そして使用された楽器の固有のパラメータを反映していると考えられる。よって、本研究でも十分に考慮されるべきパラメータであると言える。

弦を弾くピックの進入角度一つで、音のアタックやリリースタイムは大きく変動する。これらの癖は一朝一夕で修正できるものではなく、それならば癖によって影響を受けた音の変化もまた、パラメータとしてプログラムに組み込むことは有用だと考えられる。

3.4. 音のサスティーン (音の伸び・減衰) の特徴の設定

中西ら [6] による研究では複数の演奏者からサンプルをとり、各音に現れるサスティーンやベロシティの傾向をモデル化し、MIDI を自然に聴かせる試みが紹介されている。

音色を再現する際、例えばロックギタリスト、ジャズギタリスト、フォークギタリストなど、ジャンルが違えば演奏の癖も変わってくるはずである。そういったジャンルごとの演奏の癖などをモデル化することは、音色の再現においても有用であると考えられる。また、あらかじめジャンルなどの大きなくくりを指定する形式をとれば、パラメータの推定を正確なものにしたり、あるいは推定を高速化したりすることが出来る可能性がある。

4. 開発状況

現在、ギターの音色を変化させるエフェクターの中でも、もっともシンプルかつ効果が見えやすいと考えられる「ディストーション」について、進化論的計算の中の遺伝アルゴリズムによる推定とエフェクトの適用を行っている。再現のプロセスとしては図3のような工程を踏んでいる。現在は単一のエフェクトのみについて再現を試みている状態であるが、遺伝アルゴリズムの多様なパラメータを統合して扱えるという利点を生かすことで、ディストーションの再現に用いているものと同じ仕組みを他の要素にも転用できることが期待される。その為、まずは単一のエフェクトに関して「物理的」「音響心理学的」アプローチの統合アプローチを試行することで、双方のバランスや、優先すべきパラメータについての考察も先駆けて行っている。

開発環境は VisualStudio2015 の C++, Steinberg¹ の提供する SDK である「VST SDK3.6」を元にコーディングを行っている。ホストとなるアプリケーションはフリーウェアである「VSTHost」を用い、入出力デバイスの管理はこちらのソフトで行っている (図4)。現状、「物理的」なアプローチとして、クリーンのギターサウンドと目標とする音色の両方を「.wav」形式で入力としてとり、前者に自作のエフェクトを追加して波形を変化させ、波形の類似度を評価基準として遺伝アルゴリズムによる推定を行っている (図5)。

現段階では物理的な音響類似度として時系列変化を表現することができるウェーブレット変換などによる次元圧縮を用いた手法を検討している。

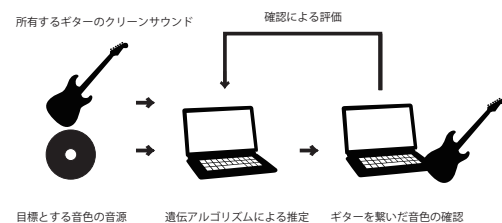


図3. 音色再現のプロセス

5. おわりに

本研究では進化論的計算を手法として選択することで、「物理的」「音響心理学的」な要素を統合的なパラメータとして設定し、音色の再現を実現する試みを提案した。現在はまだ単一のエフェクトに関する実験しか行っていないが、ギターの音色という物理的でありながら個人の印象に左右されるものを再現するにあたり、本稿で提案した手法は、組み合わせの多様化や環境などの制約にとらわれない新たな音色再現の手法と

¹ <http://japan.steinberg.net/jp/home.html>

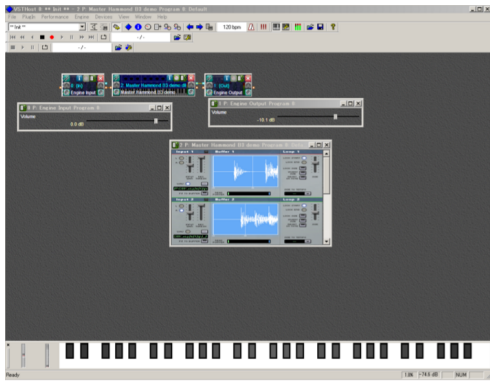


図 4. VSTHost 上での動作図

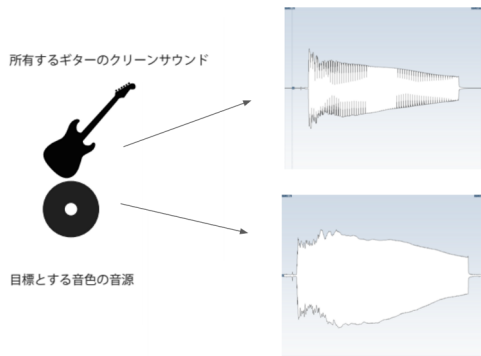


図 5. .wav 形式での入力と波形のイメージ図

して提案できる可能性を持つと考える。今後の課題としては、エフェクトや5章で提案したその他の要素についても組み合わせ、複合的な実験を重ねていく予定である。

6. 参考文献

- [1] コンパクトエフェクターを効果的に使うための基本的なセッティング例, <http://www.shimokura-guitar.com/eff/> (2015.7.19).
- [2] Free VST Plugins, Glitch VST, <http://freevstplugins.blogspot.jp/2010/11/glitch-vst.html> (2015.7.19).
- [3] 丸井 淳史・William L. Martens(2005): 「Timbre of nonlinear distortion effects: Perceptual attributes beyond sharpness?」, Proceedings of the Conference on Interdisciplinary Musicology, http://oicrm.org/wp-content/uploads/2012/03/MARUI_A_CIM05.pdf (2015.7.19).
- [4] 松谷 佑 (2011): 「異なる特性を有するギターの実質再現」, 高知工科大学情報システム工学科学学位学士論文 (未公開) [http://www.kochi-tech.ac.](http://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/2010/2010info/1110286.pdf)

[jp/library/ron/2010/2010info/1110286.pdf](http://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/2010/2010info/1110286.pdf) (2015.7.19).

- [5] 安部武宏・北原鉄朗・糸山克寿・柳田益造 (2007): 「撥弦の物理モデルを用いた音響信号からのパラメータ推定」, 日本音響学会音楽音響研究会資料, <http://winnie.kuis.kyoto-u.ac.jp/~abe/papers/abe-ma2007.pdf> (2015.7.19).
- [6] 中西正洋・門田暁人・松本健一・井上克郎: 「ギターの演奏情報の抽出と分析」, 情報処理学会第59回全国大会, <http://se-naist.jp/pman3/pman3.cgi?DOWNLOAD=23> (2015.8.11).

7. 著者プロフィール

有山大地 (Daichi ARIYAMA)

1992年神奈川県生まれ。法政大学第二高校から、デザインを学ぶために首都大学東京へ進学。研究テーマはギターエフェクト×遺伝アルゴリズム。大学より、同人サークルでの活動の一環として作曲・アレンジに取り組み始める。現在、首都大学東京大学院システムデザイン研究科インダストリアルアート学域ソフトウェアデザインスタジオ所属。