

# ピアニストの楽曲構造解釈と演奏制御の関係の解析に向けての 予備検討

関西学院大学院理工学研究科 人間システム工学科 片寄研究室 47022845 吉井悠馬

## 1. はじめに

演奏家の行う演奏は、同じ楽曲であっても大きく印象が異なるように聴こえる。それは演奏者が楽譜情報からのみならず、楽曲を作曲した人の意図や演奏者独自の解釈を演奏に組み込むことによって演奏に対する表現の違いが生まれるからであり、演奏家は人の心に訴えかける、感動的な演奏プランを日々追究している。演奏者の演奏プランや演奏に用いる言葉が変化すると、生成される演奏も大きく変わると考えられる。しかしながら、そのような表現に使用される言葉には抽象的なものが多く、具体的な演奏制御方法で表すことは非常に困難である。

そこで、本研究は機械学習を用いることでピアニストが演奏表現に用いる言葉や演奏プランについて分析し、演奏ルールの抽出を行う。そして、演奏制御情報から具体的などのような制御が為されているかを知ること、ピアノを学ぶ人の演奏技術向上に役立つことを目的とする。

## 2. 関連研究

演奏ルールを抽出することを目的とした研究としては重回帰分析を用いた研究[1][2]が挙げられる。この研究では重回帰分析に論理的アンド処理と変数減少法とを組み合わせることで、楽譜情報に対する演奏ルールの抽出を可能にした。しかしながら、ポリフォニー楽曲に関する分析は行われてはいない。また、演奏者の意図やフレーズ構造の情報に関しても考慮はなされていない。フレーズとは、音楽用語で旋律のひとまとまりのことを意味している。本研究では、楽曲対象をポリフォニー楽曲に、またピアニストが記したフレーズ構造を説明変数に加えてフィッティング精度向上を図る。

近年では機械学習の能力向上に伴って、音楽採譜[3]や自動音楽作曲[4][5]のような分野で機械学習が用いられている。しかし、深層学習を利用した演奏ルールの抽出を行った研究は少ない。そこで、本研究は深層学習を用いることで、ピアニストが演奏表現に使用する言葉について分析を行う。

## 3. 研究のアプローチ

### 3-1. 二種の手法

本研究では主に2つのアプローチで演奏ルールの抽出から演奏者の言葉について調査を行う。

1つ目は重回帰分析によるアプローチである。重回帰分析はアルゴリズムが比較的単純でわかりやすいため、得られた結果からデータが持つ意味を解釈することが容易である。その一方で、説明変数は手動で提示するので、デー

タに必要な要因を誤れば予測も誤るというデメリットも存在する。特に、ポリフォニー音楽は要因が複雑になることが考えられることから、手動による要因の設定だけでは心もとない。

そこで2つ目とする手法は深層学習によるアプローチである。深層学習はアルゴリズムが複雑であるため中身がブラックボックスであるものの、複雑な要素を含んでいるだろうデータに対しても分類・予測が可能である強みを持っている。

これより、本研究では重回帰分析と深層学習の2つのアプローチから調査を行う。

### 3-2. 重回帰分析

まず初めに、演奏ルールを抽出するために重回帰分析を行う。ピアニストが主に制御できる要素の対象には、テンポ、音量(ベロシティ)、音長(デュレーション)、そして微細な音色の違いを生むだろう打鍵制御である。重回帰分析ではこの中の音量、テンポ、音長を目的変数として扱う。そして、説明変数には楽譜情報に加えて、演奏者が記したフレーズの構造情報と演奏プランを設定する。また、本研究ではポリフォニー音楽を対象としており、全ての旋律が同様に弾かれているわけではない。そこで、演奏者が楽譜に記した情報をもとに主旋律を説明変数に加えている。また、先行研究と同じく、本研究では論理的アンド処理と変数減少法を用いる。論理的アンド処理とは、重回帰分析を行う際、並立する楽譜情報で論理的アンドをとり、新たな説明変数を加えていく処理のことを指す。変数減少法は、まず説明変数の一つずつ抜き出して、残った説明変数による重回帰分析のフィッティング精度を求めて、増加した変数を削除対象とする。そして、その削除対象となった変数の中でフィッティング精度が最も増加した変数を削除する。この試行を繰り返し、削除対象が無くなるまで行うものである。この上記二つの処理を用いて、フィッティング精度の向上を図る。

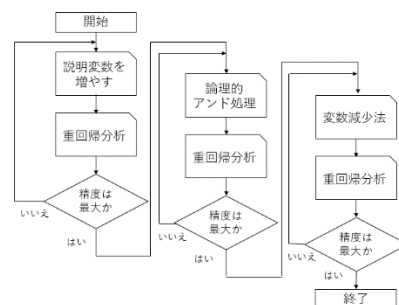


図1 重回帰分析のモデル

### 3-3. 機械学習

本アプローチでは、解釈・意図の違いがある演奏を機械学習に与えて、それらを予測・分類することをまず目的とする。

機械学習の種類として、具体的な制御方法を知るということに重きを置くのならば、重回帰分析と同様に、音や楽譜などの情報をベクトルで扱う方法が好ましい。加えて、楽曲全体を通して学習を行うのならば、長期的な時系列データを扱うことができるLSTM(Long Short Term Memory)の方が適していると考えられる。LSTMにおいても、音量、音長、テンポ、それぞれ学習させる。

### 3-4. 研究データ

本研究では、演奏者自身によるフレーズ構造などが記された楽譜と実際の演奏データを用いて研究を進める。

実際の演奏データとしては、音長や音量などの情報を有しているMIDI規格の演奏制御データを使用することが適していると考えられる。また、楽曲にはポリフォニー音楽で有名なピアノ曲である「ショパン:プレリュード第1番ハ長調Op.28」を選定する。演奏者はコンテスト優勝者クラスのプロのピアニストであり、演奏楽器にはYAMAHAの「CIX-DKV 2014年モデル」を使用する。また、楽譜情報や階層情報のほかに詳細な打鍵の方法も演奏を説明する要因になりうる。打鍵および離鍵はただ等速度で行われるわけではなく、打鍵時には軽く押さえてから押し込む動作が見られたり、離鍵時には少し鍵盤を離してから再度押し込むような動作が見られる。そのような所作の違いが演奏の違いにも関係があると考えられる。そこで、2msの時間分解能をもった打鍵制御情報を用いることで、詳細な打鍵制御方法と演奏との関係を考察する。

## 4. 結果・考察

重回帰分析において、説明変数を加えた結果再現率が上がった例を以下に示す。

図2は音量に関する実際の演奏データと再現演奏データを主旋律のみで示したものである。オレンジ色の線が実際の演奏によるデータで青色の線が重回帰分析による結果から再構成したデータである。上図を見ると、およそその強弱を再現できていることが確認できるが、赤で囲まれた箇所など、再現できていない箇所も見られる。そこで、楽譜情報にて、括弧で囲まれた強弱記号を説明変数に加えた。その結果が下図である。説明変数を増加した結果、赤囲みの箇所の再現性が高まっていることが分かると思われる。これより、括弧で囲まれた強弱記号の情報が演奏ルールに重要な要因であると考えられる。また、楽譜情報の他にもピアニストの記したフレーズ情報を加えたことによって再現度が上がることも確認された。

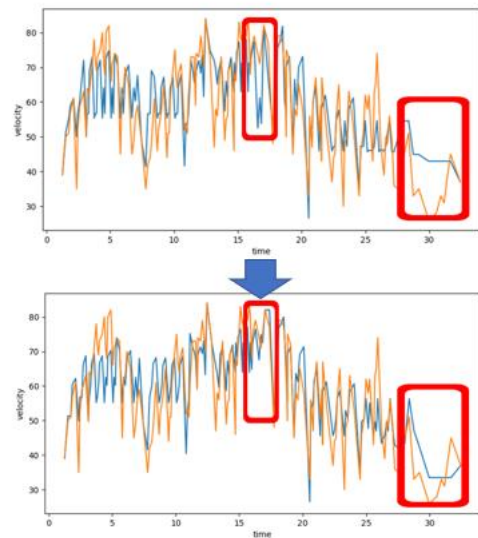


図2 実際の演奏と再合成結果(上図:説明変数を加える前、下図:説明変数を加えた後)

## 5. まとめ・今後の予定

本研究では演奏家が表現する演奏プランや言葉について分析を行うため、機械学習を用いて演奏ルールの抽出を行った。現状は、重回帰分析にて音量を目的変数とした論理的アンド処理や変数減少法を行っている。今後はテンポやデュレーションを目的変数とした重回帰分析や2msの時間分解能を持った打鍵制御情報を加味することを考える。また、分析を行う対象者を増やしつづ、同曲への適用も視野に入れている。そうして重回帰分析による分析を終えた後、深層学習を適用することを考えている。

### 参考文献

- [1] 石川修, 片寄晴弘, 井口征士:”重回帰分析のイタレーションによる演奏ルールの抽出と解析”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No. 2, 2002
- [2] 青野裕司, 片寄晴弘, 井口征士:”重回帰分析を用いた演奏ルールの抽出” 情報処理学会研究報告音楽情報科学, 74(1995-MUS-011)
- [3] 保利 武志, 中村 和幸, 嵯峨山 茂樹:”楽譜情報を用いた高時間分解能Audio-to-MIDI変換”, 情報処理学会論文誌 Vol.60 No.11 2034-2047 (Nov. 2019)
- [4] Nikhil Kotecha, Paul Young:”Generating Music using an LSTM Network”(2017)
- [5] Lucas N. Ferreira, Jim Whitehead” LEARNING TO GENERATE MUSIC WITH SENTIMENT” Proceedings of the 20th ISMIR Conference, Delft, Netherlands, November 4-8, 2019