

文章更新量比較技術を適用した鍵盤楽器演奏間の相違の量的評価手法

A Proposal of Keystroke Assessment Method for Keyboard Musical Instrument Performance by Using Sentence Update Amount Comparison Technology

後閑祐介[†]
Yusuke Gokan

中平 勝子[†]
Katsuko T. Nakahira

北島 宗雄[†]
Muneo Kitajima

1 はじめに

本稿は、鍵盤楽器演奏教育支援の一つとして、楽譜どおりの音高・音価で再現される教師演奏データと学習者演奏データを比較することで、学習者の演奏を定量的に評価する手法を提案する。演奏評価を行う視点は様々あるが、本稿ではMIDIデータで獲得された学習者演奏データと教師演奏データのずれを音高間違い（前後入れ替え、新規音挿入、音飛ばし、認識間違い）と音価間違い（長短）に分類し、それらを挿入、欠失、置換に対応させて、文章更新量比較技術を用いて両者の演奏間の相違の量的相違の評価を行うための手法を提案する。本手法を適用することで、将来的に、各学習者演奏データを時系列順に比較することで、上達の度合いを評価することができる。

本手法は、鍵盤楽器の演奏を学習する者であれば、原理的には誰でも適用可能であるが、本稿では、評価手法を煩雑にしないために、まずは楽譜通りの音高音価で演奏できるか否かについて考える。この状態に相当する学習者は、趣味で鍵盤楽器を演奏する初心者、大学や短期大学、専門学校などで、入学してピアノを始める初心者である。大規模な音楽教室の様なレッスンにおいては、個人を対象に行われる指導は10分～15分であり、練習のほとんどを自習によって行う。しかし、自習では自分の得意な部分だけを繰り返し練習する、どこで間違えているか気付かないなど効率の悪い練習をしてしまう。本評価手法は、将来的にそうした学習者に対し、苦手な所や間違いの要因などを特定・提示することを念頭に置いている。

2 文章更新量

文章更新に関しては、これまで文章間の類似度を計測することで、元文章と更新後の文章に対する文章更新の作業量を測る試みがなされてきた[1]。代表的なものにはレーベンシュタイン距離がある。レーベンシュタイン距離は、重みを変えることで様々な編集作業に対する評価を行えるが、基本的には“距離”なので、最終的に出てくる値から、同一文字数編集における単純作業としての誤字修正と創造的修正を区別することはできない。しかし、知的な作業としてはこれらを区別して扱いたい。そこで、文章編集、更新という人間の知的な作業を、その作業類型に応じた作業量の集積として評価する方法（文章更新量比較）を用いる。ここで、作業類型は、ア）単字・単語等の比較的短い文字の挿入・削除、誤字訂正、「てにをは」の修正、単語の置き換え、イ）文章全域にわたる論旨の組み替え、順序変更、文脈編集、ウ）新規創作・追加である。

作業類型に基づいた文章更新の比較評価を行うと、例えば図1のようになる。作業類型イ）を目的として c_0 と c_2 を入れ替える、作業類型ウ）を目的として β_1 を c_3 と c_4 の間に挿入する、作業類型ア）を目的として α_0 を β_0 に書き換えると α_1 を削除する、という4つの動作が行われていたとする。その文章更新の図中の動作は(a)交差(b)置換(c)挿入(d)欠失に分類できる。この動作を上記の作業類型に当てはめると交差はイ)、置換はア)、挿入欠失はウ)、に対応する。本稿では4つの動作のうち置換・挿入・欠失操作を対象とし、交差については欠失と挿

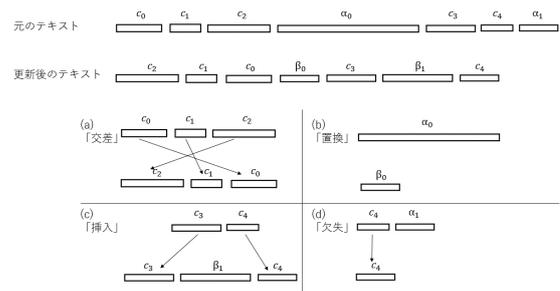


図1 文章更新量比較

入の組み合わせで表現することとする。3つの動作をまとめて文章更新量比較操作と呼ぶ。

3 演奏時に出る間違いの種類

演奏に対する評価は、正しい音高、音価で演奏が可能という一般的なピアノ教室での基準とされるレベルから、強弱、解釈、表現の要素を含んだ演奏が可能というコンクールレベルまで様々なレベルが存在する。強弱、表現は演奏の要素ではあるが、そこに至るまでは、正しい音高、音価で間違いなく演奏できる技術が必要となる。そこで本手法では、音高と音価に着目し、その間違いを評価する。

実際の演奏では複数の間違いが同時に起きることがある。そのため音高と音価、タイミングを排他的に間違えた場合、3つの要素のうち2つだけの要素の間違いが起きた場合、全ての要素についての間違いが起きた場合の7パターンについて考える。図2は教師演奏の20[note number]の4連音を間違える際のパターンを示したものである。図2は(a)音高だけ、(b)音価だけ、(c)タイミングだけを間違えた場合、(d)音高と音価、(e)音価とタイミング、(f)タイミングと音高を間違えた場合、(g)全ての要素を同時に間違えた場合である。図2の(h)(i)は、教師演奏の音と対応がつかない間違いを表していて、(h)は対応のつかない音が学習者演奏に存在した場合、(i)はあるべき音が学習者演奏に存在しなかった場合である。これらの間違いを文章更新量比較操作に当てはめると(a)(c)(f)を置換、(h)を挿入、(i)を欠失に、(b)(d)(f)(g)は音価の間違い方によって挿入か欠失になる。

この演奏時に起こる間違いを、音の高さである音高による間違いと音の長さである音価による間違いに分類する。そして、音高に対する間違いを以下の4種類に分類する。

- 前後の音を入れ替えて弾く（前後入れ替え）、図3(a)
- 楽譜にない音を弾いてしまう（新規音挿入）、図3(b)
- 楽譜にある音を弾かない（音飛ばし）、図3(c)
- 正しいタイミングで別の音高の音を弾いてしまう（認識間違い）、図3(d)

音価の間違いは図3(e)(f)のように正しい音価に対して長く弾くか短く弾くかの2種類に分類する。この6種類の間違いを

[†]長岡技術科学大学

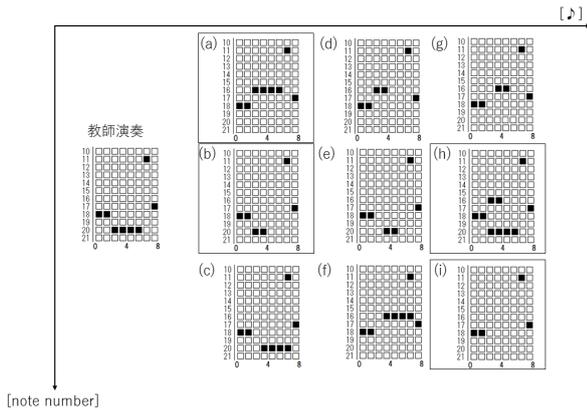


図2 演奏時に起こりうる間違いのパターン

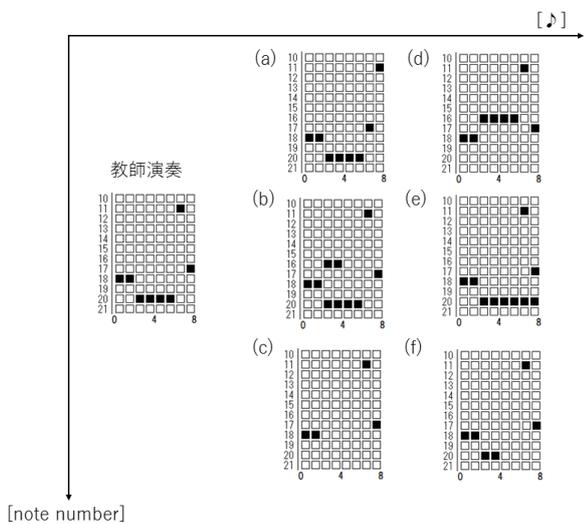


図3 演奏時の間違い類型

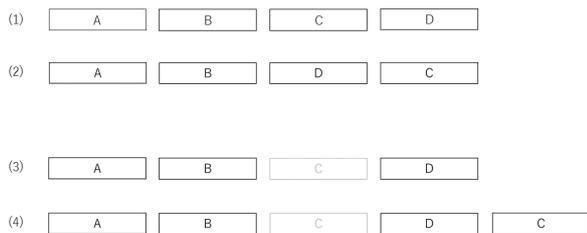


図4 前後入れ替え

データから読み取れる動作に対応させる。音価を長く弾くと新規音挿入はどちらも音の数が増えるため「挿入」、音価を短く弾くと音飛ばしはどちらも音の数が減るため「欠失」、認識間違いは音高が楽譜的に教師演奏と関係のない違うものになるため「置換」、とそれぞれ対応させる。

「前後入れ替え」は、図4のように考える。(1)のように小節をABCDの順に弾くときに前後入れ替えによりABDCと弾いてしまった場合(2)を例とする。(3)のようにCが欠失したとして、(4)のようにDの後にCが挿入されたと考える。そうすると、(4)は(2)と一致するので前後入れ替えが欠失と挿入で代用できる。

自動間違い分類プログラムでは前後入れ替えを除いた5種類

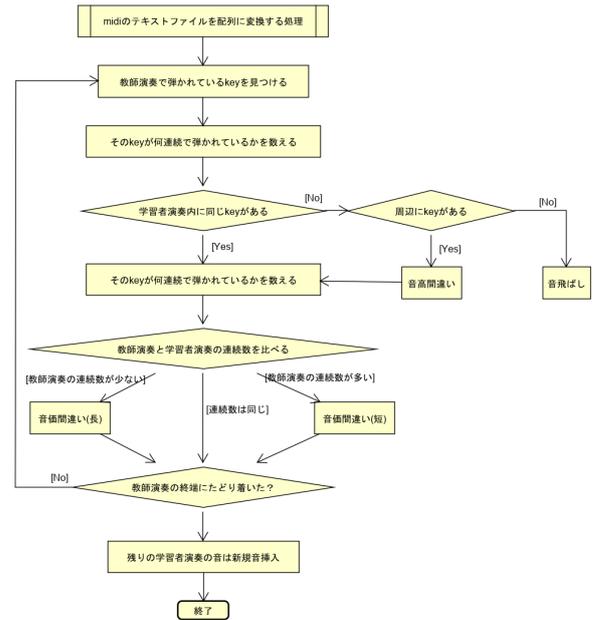


図5 間違い分類フローチャート

の間違いを検出する必要がある。最初に教師演奏に存在する音に対して、学習者演奏に対応する音が存在するかを確認する。そして、図5に示すフローチャートは以下の順番で間違いを見つけしていく。

- 「音飛ばし」は、対応が見つからない教師演奏に存在する音
- 「認識間違い」は、対応が見つくが音高が間違っている音
- 「音価(長)」は、対応が見つくが教師演奏に対して長く弾かれている音
- 「音価(短)」は、対応が見つくが教師演奏に対して短く弾かれている音
- 「新規音挿入」は、対応が見つかない学習者演奏にのみ存在する音

量的評価については、どの文章更新量比較操作に対応するかと、どのような間違いか(音高もしくは音価を間違えたまたは音高音価ともに間違えたやどれだけの距離音高を間違えたなど、ただし、欠失は除く)と間違いの数の3要素を用いる。3要素を含める評価関数を、操作種別を O_t 、音高/音価距離を D_n 、間違い数を N_{miss} として

$$f(O_t, D_n, N_{miss}) \quad (1)$$

で用意し、その値の大小や、各変数の値を比較することで量的評価を行う。

4 まとめ

本稿では、文章更新量比較技術を用いた、鍵盤楽器演奏の評価を行う手法を提案した。

今度の課題として、提案したアルゴリズムの実装と精度検証を行う。本稿では、鍵盤演奏を対象としたが、本手法はMIDIデータに変換できる全ての楽器に応用ができる。

5 謝辞

本研究の一部は、科研費 19K12232 の支援を受けています。

参考文献

- [1] 高橋正幸, 三上喜貴, 中平勝子: 文章更新量評価プログラム, 特許第 4872079 号, 2007.
- [2] 宮脇聡史, 三浦雅展: 固有演奏を用いたピアノ熟達度の評価基準における多様性の可視化手法, 日本音響学会誌, 72 巻 10 号, pp. 617-626, 2016.