

ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式 Automatic Tone Determination Method for Arranging Piano Pieces for Electone Performance

荒蔭 遥音[†] 岡田 龍太郎[†] 峰松 彩子[†] 中西 崇文[†]
Harune Arakage[†] Ryotaro Okada[†] Ayako Minematsu[†] Takahumi Nakanishi[†]

1. はじめに

近年、インターネット上に膨大な量の楽譜データが MIDI ファイルなどのフォーマットで散財している。MIDI データに触れる機会が増大している一方で、これらの MIDI データを対象として新たな利活用手法の実現が重要となってきている。

一方で、エレクトーンなどを含む電子キーボードにおいて、音源やシンセサイザー機能が向上しており、多様で高品質な音色を手にすることが容易となっている。一般に、エレクトーンなどを含む電子キーボードに付与して提供されている音源やシンセサイザー機能は、大量のプリセット音源を含んでおり、膨大な種類の音色を楽しむことが可能である。さらに、それらのプリセット音源を詳細に調整することが可能である。

これらのことから、エレクトーンなどを含む電子キーボード奏者にとって、楽譜内のどのフレーズにどのような音色を選択すればよいかを探索することが難しくなっている。この作業を効率化することが可能となれば、エレクトーンなどを含む電子キーボード奏者にとって、楽譜内のフレーズの印象に合致した音色を選択して演奏することが可能となると考えられる。特に、エレクトーンでは、リズムパターンと同期して、上段の鍵盤、下段の鍵盤、ペダル鍵盤の 3 つに割り当てる音色を細かく切り替えるように設定することが可能である。

ここで、ピアノ曲をアレンジして、エレクトーンで演奏することを考える。通常のピアノ曲においても、一曲内に様々な特徴を持ったフレーズを含んでおり、これらのフレーズごとに、どのような音色を割り当てるかは膨大な組み合わせのパターンが考えられるため、ピアノ曲のアレンジをする上で大きな負担となる。楽曲内の各フレーズを対象として、そのフレーズの印象に合致する音色を自動決定するシステムを実現することで、これまでアレンジされてこなかったピアノ曲を対象として、フレーズの印象を特徴づける音色選択によるアレンジが可能になると考えられる。

本稿では、ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式について示す。一般的に、エレクトーンはフレーズごとの様々な音色を設定することができ、大量の音色プリセットからそのフレーズに合致した音色を選択することは、アレンジ上の負担となる。本方式は、ピアノ曲のフレーズの楽曲情報として MIDI データを入力として与え、事前にフレーズと音色からなるデータセットを準備しておき、入力されたフレーズの MIDI データと似たフレーズの音色を候補の音色として決定する。これにより、ピアノ曲の楽譜情報から、エレクトーンで演奏するための音色を自動的に決定することが可能となる。

本稿は次の通り構成される。2 節では、関連研究について紹介する。3 節では、本方式であるピアノ曲を対象とし

たエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式について述べる。4 節では、本方式を実現する実験システムを構築し、5 節で本稿をまとめる。

2. 関連研究

本節では、本方式に関する研究について述べる。

ここでは、特にフレーズ類似度に着目した関連研究について挙げる。

フレーズ類似度における研究について、鈴木ら[1]は、アーティストごとの音程の特徴に着目し、音程の下降から上昇に変化する音符を 1 フレーズとし、フレーズを折れ線グラフ化することで折れ線グラフの類似度から、フレーズ間における類似度を求めている。本稿では、4 小節ごとに 1 フレーズとしてアーティキュレーションと音高の特徴に着目し、グラフを作成し、グラフの類似度からフレーズ間における類似度を求める。また、寺井[2]は、メロディを 1 小節ごとにフレーズとし、MIDI データのビート情報に着目し、フレーズ間の類似度からビート変動に考慮したピアノ曲の自動採譜を行なっている。本稿では、MIDI データの音色情報に着目し、メロディを 4 小節ごとに区切ったものをフレーズとし、フレーズ間の類似度から楽曲に最適な音色決定を行う。

3. ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式

本節では、ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式について述べる。

3.1 全体像

図 1 に本方式の全体図を示す。本方式は、メロディ抽出機能、音色抽出機能、フレーズセグメンテーション機能、フレーズ特徴抽出機能、音長正規化機能、フレーズ間距離計量機能、音色提示機能からなる。

本方式は、入力としてピアノ曲のメロディ部分を想定している。本方式では、曲を 4 小節ごとに区切ったものをフレーズとし、フレーズごとにそれぞれ類似度を計量し音色を決定する。ユーザは、音色を決定したいピアノ曲の MIDI データを入力する。そこで、入力された MIDI データのフレーズごとの分割を行う。分割したものをグラフ化し、事前に用意した音色ごとのフレーズのグラフと比較し、類似度を調べることで、フレーズに適切な音色を推定する。具体的には、ピアノ曲のフレーズグラフと音色ごとのフレーズグラフの 2 つのグラフの距離が最も小さいものを音色として提示する。

[†] 武蔵野大学データサイエンス学部 Department of Data Science, Musashino University

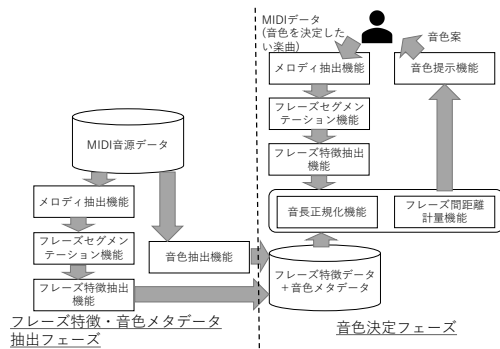


図 1 本方式の全体像

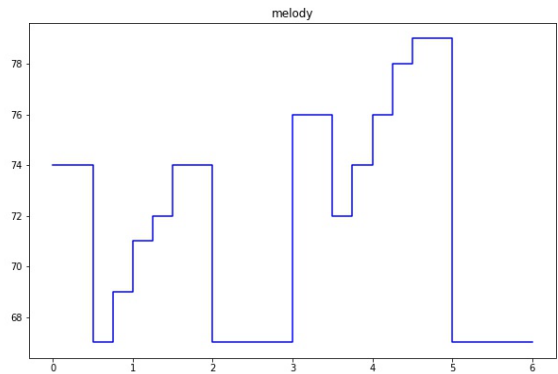


図 2 ピアノ楽曲のフレーズグラフ

3.2 メロディ抽出機能

本節では、MIDI データからメロディを抽出する機能について述べる。一般的に音色はアーティキュレーションに起因することが多く、MIDI データからメロディを抜き出し、そこからアーティキュレーションの特徴を抽出することが重要であると考えられる。本機能は、アーティキュレーションの特徴を抽出するために音色ごとのメロディの音の長さを抜き出す機能である。

メロディの抽出は、Python の pretty-midi パッケージ[3]を用いて行う。pretty-midi を用いて、入力された MIDI データをトラックごとに分割させメロディのみを抽出する。

3.3 音色抽出機能

本節では、MIDI データからメロディごとの音色を抽出する機能について述べる。

本方式では、音色ごとにメロディの特徴を抽出するために、3.2 節のメロディ特徴抽出機能に対応する音色を抽出する。音色の抽出には Mido[4]を用いて行う。Mido とは、MIDI メッセージを扱う事ができるライブラリである。Mido を用いて MIDI データからトラックごとに MIDI メッセージの音色番号であるプログラムチェンジを抽出する。

3.4 フレーズセグメンテーション機能

本節では、抽出されたメロディと音色を対応させ、4 小節ごとのフレーズに分割する機能について述べる。フレーズとして音色ごとに特徴を可視化させるためには、音色とメロディを対応させフレーズに分けることが必要となる。そのために、本機能はメロディと音色を対応させ、フレーズごとに区切る機能である。フレーズ作成は手作業で行う。3.2 節のメロディ抽出機能で抽出したメロディを音色ごとに音高と時間の csv ファイルにし、Domino[5]を用いて 4 小節ごとに譜面を照らし合わせながら、手作業で 4 小節ごとの csv ファイルに区切る。

3.5 フレーズ特徴抽出機能

本節では、フレーズごとに特徴を可視化させる機能について述べる。

フレーズ同士を比較し類似度を計量するためにフレーズの特徴を可視化する必要がある。

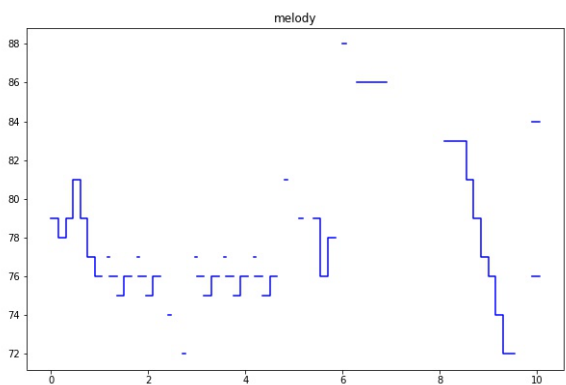


図 3 スtrings のフレーズグラフ (音色のフレーズグラフの例)

本方式では、フレーズをグラフ化することで、フレーズの特徴であるアーティキュレーションと音高を可視化させる機能である。特徴の可視化には、matplotlib を用いる。matplotlib は Python のライブラリである Numpy のためのグラフ描画ライブラリである。3.4 節において手作業で区切り作成したフレーズの csv ファイルを音色付き楽曲とピアノ楽曲をそれぞれフレーズグラフにする。それぞれのグラフを図 2 と図 3 で示す。図 2, 3 で示すグラフの横軸は時間、縦軸は音の高さを示している。グラフの線が横軸方向に短いものはスタッカート、横軸方向に長いものはデヌート、スラー、タイを表している。また、グラフの線が縦軸方向に大きく変化する場合は急激な音高の変化を表している。つまり、横軸方向でアーティキュレーションの特徴、縦軸方向で音高の特徴を表している。本方式では、このようにフレーズごとにグラフ化することでアーティキュレーションと音高の特徴を可視化していく。

3.6 音長正規化機能

本節では、音色ごとのフレーズとピアノ曲のフレーズの 1 音ごとの音の長さを正規化する機能について述べる。

フレーズの特徴を比較し類似度を出すためには、フレーズ同士の 1 音の長さを揃え正規化することが必要である。本方式は、16 分音符を 0.015 秒と基準を設定し、それぞれのフレーズを設定した基準に合わせる機能である。3.5 節で作成したフレーズグラフを 16 分音符の基準設定をもとに加減乗除しグラフの音の長さの正規化を行う。正規化を行

うことで比べるフレーズグラフの横幅を一致することができる。

3.7 フレーズ間距離計量機能

本節では、ふたつのフレーズの距離を求める機能について述べる。

フレーズ間の類似度を計量するためには、3.5 節のフレーズ特徴抽出機能で作成したふたつのフレーズグラフの距離を求めることが必要である。本方式は、グラフ同士の類似度を計量するために、動的時間伸縮方 (DTW) を用いてふたつのグラフ間の距離の計量を行う。DTW (Dynamic Time Warping) とは、ふたつの時系列データの各点の距離を求め、ふたつの時系列データが最短となるパスを見つける手法である。比較するフレーズが大きく違いがあったとしても、フレーズグラフとした時に似ているとして類似度を示すため、本研究に適していると考えた。DTW を用いて、3.6 節で作成した音色付き楽曲、ピアノ楽曲それぞれのフレーズグラフの距離を計量し距離の近く出たものが類似しているとし、グラフごとの類似度の計量を行う。

3.8 音色提示機能

本節では、ユーザが入力した楽曲にあった音色を提示する機能について述べる。

本方式は、3.7 節で求めたグラフ間の距離から、一番距離の近いものを求め音色として決定し提示する機能である。グラフ同士の距離が近いものをフレーズ同士の特徴が類似しているとし、グラフごとに求めた距離から音色ごとに距離の平均値を求めることで、平均値が最も小さく出力された類似度が最も高い音色をそのフレーズの音色として決定する。

4. 実験

本節では、本手法の実験内容と結果、考察について述べる。4.1 節では本研究における実験環境について述べる。

4.2 節では、ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏のアレンジのための音色自動決定方式についての検証結果について述べる。4.3 節では、本研究による実験結果についての考察を行う。

4.1 実験環境

本節では、3 節で提案したシステムを実装し、音色を提示した。

システムの構築には、Python 言語を用いた。本研究では、MIDI ファイルを音楽の素材屋さん[6]、フリーMIDI[7]から準備した。入力するピアノ楽曲としてバッハ「メヌエット長調」(以下「メヌエット」という)、チャイコフスキー「くるみ割り人形」より行進曲(以下「行進曲」という)、音色付き楽曲データとして、ヨハンストラウス一世「ラデツキー行進曲」、ベートーヴェン「交響曲第 7 番イ長調作品 92」(以下「交響曲第 7 番」という)を用いて音色決定を行った。

4.2 実験結果

「メヌエット」と「行進曲」を入力楽曲とし、それぞれはじめ 4 小節部分を入力フレーズとして、音色自動決定を行った。

表 1 DTW の平均距離

楽器	メヌエット	くるみ割り人形より 行進曲
クラリネット	2189	1126
ストリングス	2494	1527
トランペット	2494	1048
ピッコロ	2708	1202
ホルン	3157	1200
チューバ	3676	1582

実験結果を表 1 に示す。入力楽曲が「メヌエット」の際、クラリネットのフレーズが音色として一番類似しているとされた。また、距離の数値からホルンとチューバは大きく離れているが、ストリングスとトランペットはクラリネットに比べると距離はあるものの、大きく距離は離れなかった。入力曲が「行進曲」の結果において、トランペットのフレーズが音色として一番類似しているとされた。「行進曲」は「メヌエット」と異なり、音色の距離の差が大きく見られなかった。入力曲それぞれどちらも一番フレーズの離れた音色としてチューバという結果が見られた。アーティキュレーションの特徴に差があるふたつの楽曲に異なる音色が決定されたことから、フレーズのアーティキュレーションの特徴から音色の決定が行えたと考える。また、音色付き楽曲において最も低い音域の多い音色であるチューバがふたつの楽曲においてどちらも離れていることから、フレーズの音高の特徴からも音色の決定を行う事が可能と考える。

実験結果から、それぞれフレーズの特徴の距離から音色が決定されている事がわかる。

4.3 考察

本節では、実験に対する考察を行う。

4.2 節にあるように、フレーズグラフ間の距離から、音色ごとの距離の平均を求め、自動的に音色を決定した。音色付き楽曲データから得た音色ごとのグラフの例として、「ラデツキー行進曲」のストリングスのグラフを図 4、ピッコロのグラフを図 5、クラリネットのグラフを図 6、トランペットのグラフを図 7、ホルンのグラフを図 8、チューバのグラフを図 9 に示す。さらに、「行進曲」のグラフを図 10、「メヌエット」のグラフを図 11、「メヌエット」の最初 4 小節部分の楽譜を図 12、「行進曲」の最初 4 小節部分の楽譜を図 13 に示す。図 11、図 12 で示すように、「メヌエット」の楽譜のアーティキュレーションであるスラーの特徴と音高の特徴を正しく捉えてグラフ化する事ができていると考える。図 12 の 2 小節目の 2、3 拍目が同じ音であることから、フレーズグラフではふたつの音が結合して表示されている。また、図 10、図 13 で示すように、「行進曲」に関してもアーティキュレーションの特徴を捉え正しく短い音のグラフ化を行うことが出来ていると考える。図 12 で示すように、滑らかに演奏するためのスラーや伸ばしに使われるタイなどのアーティキュレーションが多く使用されている楽曲である「メヌエット」に対して、木管楽器

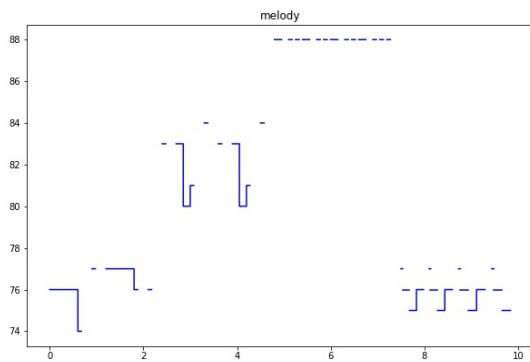


図 4 スtringsのフレーズグラフ

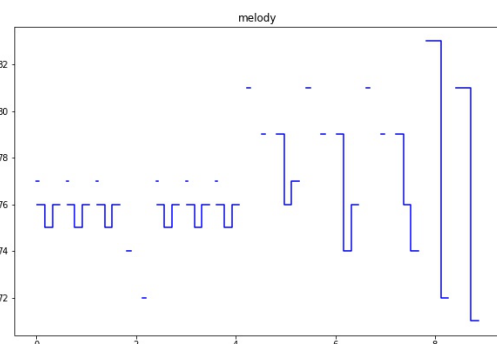


図 5 ピッコロのフレーズグラフ

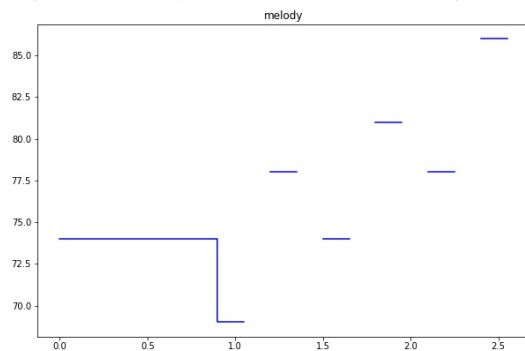


図 6 クラリネットのフレーズグラフ

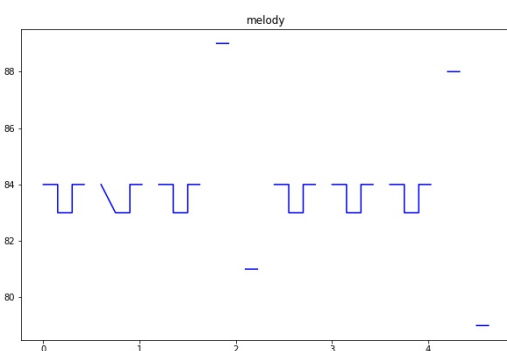


図 7 トランペットのフレーズグラフ

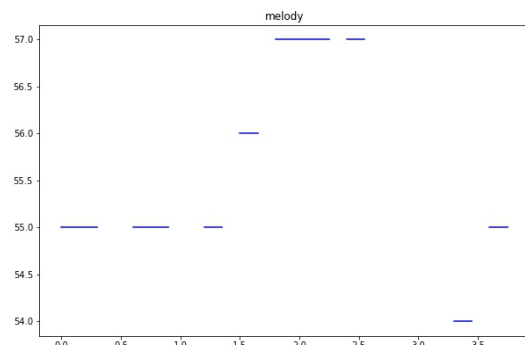


図 8 ホルンのフレーズグラフ

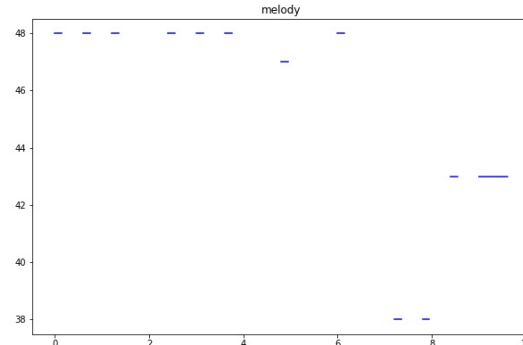


図 9 チューバのフレーズグラフ

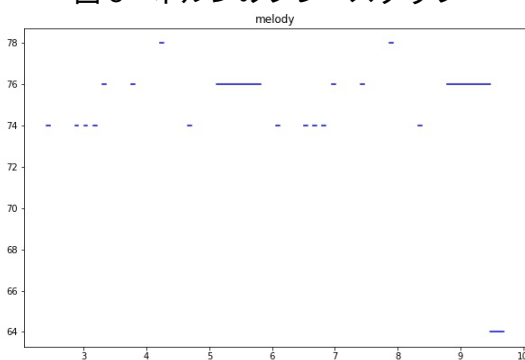


図 10 「行進曲」のフレーズグラフ

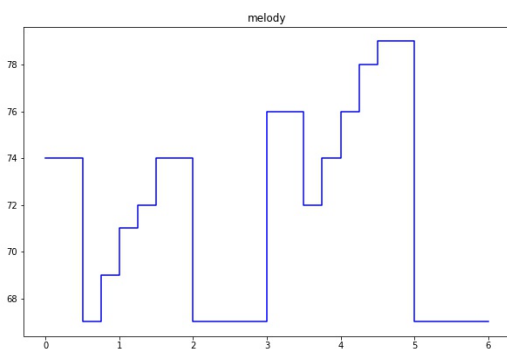


図 11 「メヌエット」のフレーズグラフ



メヌエット 長調
ベッツォールト (パッサロ) 作曲

図 12 「メヌエット」の最初 4 小節部分



行進曲
for a piano, 4 hands

2009/09/15
Composed by Tchaikowsky
Arranged by Takashi Mieda

Tempo di marcia viva.

図 13 「行進曲」の最初 4 小節部分

の中でもメロディに用いられる事が多く幅広い音域を出すことの出来るクラリネットが音色として決定されたことや、図 6、図 4、図 7、図 5、図 11 の順番において類似度の高く出ている音色のグラフに伸ばしや繋がったメロディなどの特徴や音高の高いものが多いことから、アーティキュレーションと音高の特徴を捉えて音色が決定できたといえる。また、図 13 で示すように、短い音や跳ねるように演奏するスタッカートのアーティキュレーションが多く使用され高音から始まる楽曲である「行進曲」に対して、華やかな音で行進曲に使用されることも多い金管楽器の中でも高音域を出すことのできるトランペットが音色として決定されたことや、図 7、図 8、図 5、図 10 の順番において類似度の高く出ている音色のグラフに短い音の特徴が多いことからアーティキュレーションの特徴を捉えて音色を決定する事ができたと考える。また、音色の中でチューバに着目すると、「メヌエット」では実際に選ばれたクラリネットとの差が大きいのに対し、「行進曲」では実際に選ばれたトランペットとの距離の差が小さく、他の楽器との差も小さくなっている。これは、チューバの得意とする短い音やスタッカートなどのアーティキュレーションの特徴を捉えて距離を計量する事ができたといえる。「メヌエット」では、チューバの苦手とするスラーが多いことから距離が遠く計量されたと考える。ふたつの楽曲においても、図 9 の縦軸からわかるようにチューバの音域の低さから類似度が低くなったと考える。

以上の実験結果より、フレーズの特徴をグラフにて可視化し、類似度を求めることで音色の決定が可能であると考えられる。本方式では、音色付き楽曲データとして「ラデツキー行進曲」と「交響曲第 7 番」の 2 曲を用いているが、使用した楽曲データが少ないことから、抽出する事のできた音色の種類が 6 種類と少なく、手作業でのフレーズセグメンテーションの手間などの考慮からフレーズグラフのデータ数も限られてしまったため、フレーズの特徴が音色ごとに差がでにくくなってしまったことから音色決定の精度

が低くなってしまったのだと考えられる。また、2 曲のみから得られるアーティキュレーションの特徴数も少ないことから、音色決定することが可能な楽曲数やフレーズが限られてしまうと考えられる。そのため、音色決定において音色数やアーティキュレーションと音高の特徴抽出数から、音色付き楽曲のフレーズデータ数がとても重要になると考え、これらのデータ数を確保することを今後の課題とする。また、フレーズセグメンテーションを手作業で行うことでデータ数が限られてしまうことから、自動化が必要になると考え、合わせて今後の課題とする。

5 おわりに

本稿では、ピアノ曲を対象としたエレクトーン演奏へのアレンジのための音色自動決定方式について述べた。本研究では、楽曲におけるアーティキュレーションと音高の特徴を音色付き楽曲とピアノ楽曲から抽出した。これらを可視化させ比較し、類似度を計量することでエレクトーン演奏のアレンジのための音色自動決定方式を実現した。今後の課題としては、多様な音色のフレーズグラフの生成と適用、エレクトーンにおける、上段の鍵盤、下段の鍵盤、ペダル鍵盤の 3 つの音色の同時決定方式の実現、本方式の被験者調査による有効性の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] 鈴木 崇也, 長谷川 智史, 穴田 一, “旋律に潜むアーティストの特徴を捉えた楽曲間類似度”, 第 73 回全国大会講演論文集, Vol.73, No.2 (2011).
- [2] 寺井 浩司, “類似フレーズに着目したピアノ演奏の自動採譜”, Research Report, Vol.99, No.4 (1998).
- [3] pretty-midi, <http://craffel.github.io/pretty-midi/>
- [4] Mido, <https://mido.readthedocs.io/en/latest/>
- [5] MIDI 音楽編集ソフト「Domino(ドミノ)」TAKABO SOFTO, <https://takabosoft.com/domino>
- [6] 音楽の素材屋さん MIDI Classics Free Downloads https://windy-vis.com/art/download/piano_midi_mp3_files.html
- [7] フリーMIDI <https://www.nc.jp/asahi/music/myuu/midi/midi.htm>