

Colorscore : MIDI を利用した クラシック楽曲構造の可視化と圧縮表示

林 亜紀[†] 伊藤 貴之[†]

[†]お茶の水女子大学理学部情報科学科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†]{aki, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp

あらまし クラシック楽曲の中でも、オーケストラなどの大編成向けの楽譜（スコア）は、その段数の多さゆえ、短時間で楽曲の音楽構造を理解するのは容易ではない。我々は、このような大編成の楽曲を扱う作曲家や編曲者、演奏者の多くが持つ、曲の全体像を短時間で捉えたいという要求と、効率的に他の編成にアレンジしたいという要求を短時間で直感的に支援することができるような可視化手法と圧縮表示手法について研究を進めている。本手法では、各パートの類似性やその役割の変遷に着目して楽曲の音楽構造を可視化する。また、縦横両方向の圧縮表示を行うことで楽曲の中でより重要な部分を強調し、楽曲の理解だけでなくアレンジも支援する。

キーワード 可視化, 圧縮表示, MIDI, クラシック楽曲, 楽曲構造

Colorscore: Visualization and Condensation of Musical Structure of MIDI-based Classical Music Data

Aki Hayashi[†] Takayuki Ito[†]

[†] Department of Information Sciences, Ochanomizu University 2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

E-mail: [†]{aki, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp

Abstract It is not always easy to understand musical structure of orchestra scores for classical music in a short time, because they have many parts together. We are studying on visualization and condensation of such scores which supports following two requirements of composers, arrangers and players who works on them. One is to overview the whole music in a short time, and the other is to arrange the music for other instruments efficiently. In order to visualize the musical structure, our method focuses on the similarity of notes and transition of the roles of note-blocks in every part. We also realize the vertical and horizontal condensations which emphasizes the important sections or melodies to support not only understanding but also arranging the music.

Keyword Visualization, Condensation, MIDI, Classical music, Musical structure

1. はじめに

近年、様々な目的で音楽情報の可視化が研究されている。本研究では情報量の多い1楽曲の理解を支援する可視化手法の確立を目標とする。情報量の多い楽曲の一例として、オーケストラの楽曲のようにたくさんのパート(楽器)が同時に異なるメロディを演奏する楽曲が挙げられる。本研究ではこのような楽曲を「大編成の楽曲」と呼ぶ。また、楽団の全パートを一冊にまとめた楽譜をスコアと呼ぶ。大編成の楽曲においては、スコアは段数が多いため読み取るのが難しく、その扱いに慣れている専門家でも楽曲の理解には時間がかかる。一方、大編成の楽曲を扱う作曲家や編曲者、演奏

者は楽曲を理解するにあたって、曲の全体像を短時間で捉えたいという要求と、効率的に他の編成にアレンジしたいという要求を持つことが多い。そこで、本研究ではこれらの要求を直感的に短時間で実現するために、楽曲の音楽構造の可視化と圧縮表示を試みる。

本手法では、MIDIを用いてクラシック楽曲の各パートが担うメロディの類似性とその役割(主旋律、伴奏など)の変遷を分析し、その結果を活用して音楽構造を可視化する。さらに重要なメロディを強調し、一画面で表示するメロディを減らす縦方向の圧縮表示と、大きな変化のない小節を縮めて描く横方向の圧縮表示を適用する。これらにより、大編成の楽曲における音楽構

造の把握と異なる編成へのアレンジを、音楽経験が浅い場合や、時間がないときにも直感的に行えるような支援ができると考える。

2. 提案手法

本手法ではまず、音楽構造の分析により、どのパートがいつどのような役割のメロディを担うかについての情報を得る。次に、この分析結果を描画し、さらにユーザの操作に応じて縦横2方向の圧縮表示を行う。

2.1 音楽構造の分析

本手法では楽譜データとしてMIDIデータを用いる。MIDIデータでは、楽譜上の各パートの各音符に対応して、発音のタイミング、音程、強さなどが数値で記述されている。分析の手順としては、まず対象データの各パートをブロックに分割する。そして役割判定のためにあらかじめ与えたパターンとのマッチングにより、全てのブロックの役割を判定する。

2.1.1 役割判定のためのパターン付与

本手法におけるパターンとは、1パートで構成される数小節単位の短い楽譜のことであり、本手法ではユーザによってMIDI形式で付与されるものとする。また、ここでいう役割とは、主旋律、伴奏(和音)、伴奏(低音)などである。

主旋律に関しては、可視化の対象楽曲中に出現する、高々数種類のメロディに対して、最も基本的なものをパターンとして与える。伴奏に関しては、主旋律とは異なり、典型的な伴奏のリズムのみをパターンとして与え、音程に関する情報は与えない。これは、多くの楽曲において伴奏の特徴は、主として音程の動きよりも、反復的なリズムにあると考えるためである。

2.1.2 初期ブロックの生成

続いて大まかな初期ブロックを生成する。本処理では各パートに対して、休符が1小節以上続いた箇所をブロックの切り目と判断し、各パートを1個以上の初期ブロックに分割する(図1)。なお、音符が存在しない小節はブロックに含まない。



図1: 初期ブロックの作成

2.1.3 ブロックとパターンのパターンマッチ

2.1.2節で生成した初期ブロックを、2.1.1節で与えたパターンとマッチングする。本処理ではブロックと各パターンのメロディの距離を求め、その距離が最小かつしきい値よりも小さいパターンを選出することで、各ブロックの役割を決定する。この際、ブロックの方がパターンよりも長い場合には、余った部分を別ブロックに分割して、再び役割判定を適用する。また、ブロックの途中の小節からパターンと合致する場合にも、ブロックの再分割を行う。

パターン*i*とブロック*j*の距離は、参考文献[6]と同様に式1で算出する。

$$D(i, j) = w_1 D_{RA}(i, j) + w_2 D_{MA}(i, j) \quad \text{--- 式1}$$

ここで、 w_1 と w_2 は重み定数であり、 $D_{RA}(i, j)$ はリズム、すなわちタイミングのcos類似度、 $D_{MA}(i, j)$ はメロディ、すなわち音程遷移のcos類似度である。

タイミングの類似度には、パターン*i*とブロック*j*のRAベクトルの余弦を採用する。ここでRAベクトルを、1番短い音符の長さを単位時間として、単位時間ごとに音符が発音されたタイミングである場合を1、それ以外を0とし、これに強拍であるか弱拍であるかによって重みづけを行った*n*次元ベクトル(*n*は単位時間を1としたときのブロック長)と定義する。

音程遷移の類似度には、パターン*i*とブロック*j*のMAベクトルの余弦を採用する。ここでMAベクトルを、単位時間ごとの音符間の遷移について、前の音符の音程から高く遷移する場合を正、低く遷移する場合を負として表した*n*-1次元ベクトルと定義する。

RA行列、MA行列の例を図2に示す。



$$RA = [3 \ 0 \ 2 \ 3 \ 0 \ 2 \ 3 \ 0 \ 2]$$

$$MA = [0 \ -6 \ 3 \ 0 \ -5 \ 3 \ 0 \ -7]$$

図2: RA, MAの作り方

以上の処理を全てのブロックとパターンについて、各ブロックの役割が定まるまで再帰的に適用する。なお、合致するパターンがなかったブロックはその他(装飾)として分類し、色付けの際は灰色にする。

2.2 分析結果の描画

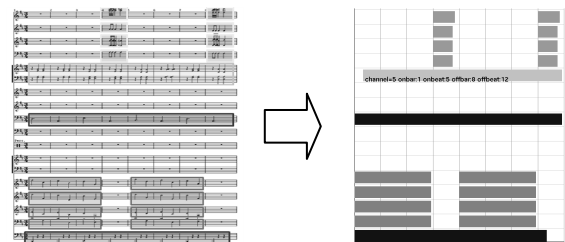


図3: (左)役割の分析結果 (右)可視化結果

続いて、2.1 節に示した分析の結果を、縦方向をパート、横方向を時間、役割をブロックの色として表形式で描画する。

図 3 (左)は分析結果、図 3(右)は本手法での可視化結果である。図 3(右)で特定のブロックをクリックすると、ブロックの開始小節、終了小節、パート名を表示する。

2.3 縦横 2 方向の圧縮表示

2.3.1 縦方向の圧縮表示

縦方向の圧縮表示では、第 1 段階にて装飾以外のブロックのみを表示することで、重要度の低いパートを表示から除外し、主旋律と伴奏だけを表示する(図 4(左))。さらに第 2 段階として、与えられたパターンと特に類似度が高いブロックのみを表示する(図 4(右))。結果として、和声的進行を有する旋律(いわゆるハモリ)などが除外され、重要な主旋律だけが表示される。この機能は例えば、少人数で演奏可能な楽譜の作成支援に活用できる。

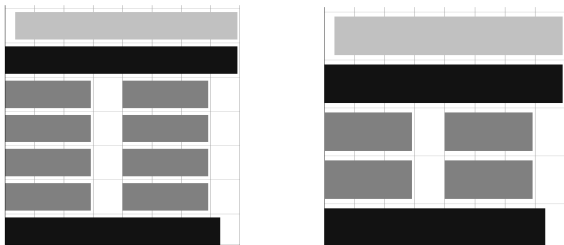


図 4：縦方向の圧縮 (左)第 1 段階 (右)第 2 段階

2.3.2 横方向の圧縮表示

横方向の圧縮表示では、より簡潔に音楽構造を可視化するために、各パートやその役割が前の小節から変化しているかに着目し、圧縮表示と強調表示の 2 種類を行う。圧縮表示では変化のなかった小節を圧縮して表示することで、全体の長さを短く見せる(図 5(左))。一方、強調表示では、さらに変化のあった小節を拡大して表示することで、変化を強調する(図 5(右))。

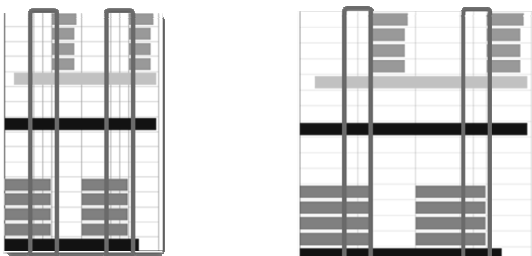


図 5：横方向の圧縮 (左)圧縮表示 (右)強調表示

3. 実行結果

3.1 音楽構造の可視化

例題曲としてチャイコフスキーの「花のワルツ」を用いた可視化結果を図 6 に示す。パート数(楽譜の段数)は 16 段で、スコアでのページ数は 33 である。一般に、本作品のような古典派のクラシック楽曲では第

一主題、第二主題と呼ばれる 2 種類のメロディが登場し、少し変化しながら繰り返されることで音楽構造が形成されることが多い。また、これらの他に展開部や終結部(コーダ)にて、これらから派生した新たなメロディが複数登場することもある。したがって、この可視化結果を得るにあたっては、主旋律のパターンを 5 種類ほど与えている。伴奏のパターンについては、提案手法の説明で与えたものと同じリズムを与えた。

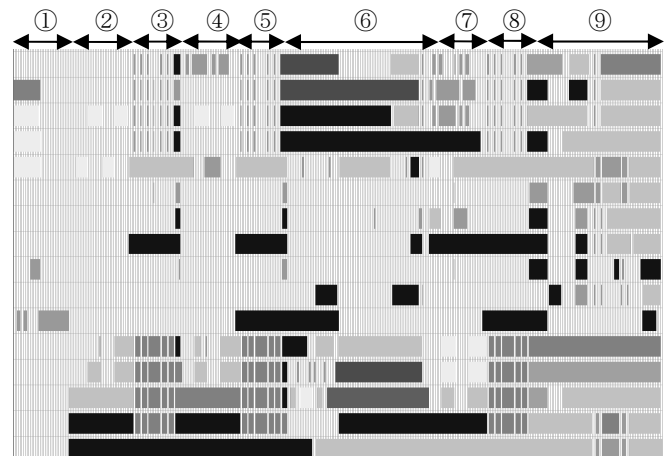


図 6：「花のワルツ」の可視化結果

図 6 の可視化結果から、表 1 のように楽曲内でどのように複数の主旋律が繰り返されているかを分析することができる。さらに、大局的な音楽構造の示し方の代表である楽曲の形式に基づいた分析も行える。

表 1：楽曲内の主旋律に対する分析

	登場する主旋律	形式に基づいた分析
①	第一主題	序奏
②	第一主題	提示部
③	第二主題	
④	第一主題	提示部(繰り返し)
⑤	第二主題	
⑥	その他	展開部
⑦	第一主題	再現部
⑧	第二主題	
⑨	その他	結尾部

また、後半に向けてメロディを同時に担うパート数が増えていく様子や、類似した主旋律が演奏されていても、それを担うパートが変化していたり、対旋律が加わっていたりする様子も捉えることができる。

3.2 縦方向の圧縮表示



図 7：「花のワルツ」の縦方向圧縮結果

同様に、「花のワルツ」全体のデータを用いて縦方向の圧縮を行ったところ、与えられたパターンの類似度が特に高かったものだけを残した【第2段階】の実行結果は図7のようになった。図7では305あったブロック数を81まで減らして表示することができた。第一主題のメロディから派生してはいるものの、完全に第一主題と一致しているわけではなかった①'の部分では、どのブロックも表示されなくなった。

3.3 横方向の圧縮表示

横方向の圧縮表示【圧縮表示】を行ったところ、図8のように、新しくパート構成に変化があったところは残したまま、全体の長さが60%近くに縮小された。

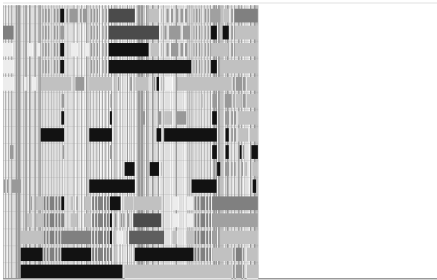


図8:「花のワルツ」の横方向圧縮結果【圧縮表示】

同様に【強調表示】を行ったところ図9のように、変化があったところを強調した表示が得られた。

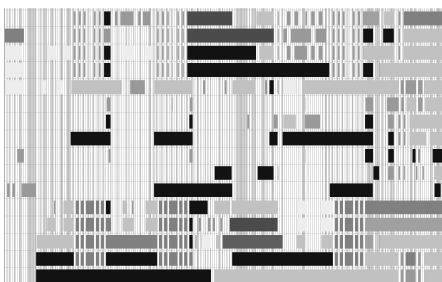


図9:「花のワルツ」の横方向圧縮結果【強調表示】

これらにより、音楽が大きく変化する部分を損なわずに、楽曲の概観を捉えられるような結果が得られた。

4. 関連研究

本研究のような、1楽曲を対象とした音楽情報可視化に関しては、既に多くの手法が提案されている。

参考文献[1]-[4]では、パートには着目せず、全体の繰り返しに着目して楽曲構造を可視化する。これらは音響データを対象としており、類似したメロディが繰り返される複雑な音楽構造をもつ大編成の楽曲をパートごとに可視化することを主眼としていない。

一方、パートを単位とした可視化手法もいくつか発表されている。comp-i[5]ではパートごとに音程と音量、テンポに着目して三次元空間で楽曲構造の可視化を提案している。ユーザ指定部分のズーム表示も可能にしている。ただし、各メロディの類似性や主旋律、伴奏

といった役割の分析はしていない。ScoreIlluminator[6]では、パート間のクラスタリング結果を反映して五線譜を色付けすることで音楽構造を可視化し、スコアの可読性を向上させる。ただし、主旋律であったり伴奏であったりといった音楽的意味は配色に反映されていない。また圧縮表示は適用していない。BRASS[7]では、リンク構造の可視化と、ユーザ指定による五線譜の圧縮・強調表示を実現している。これらに対して提案手法では、音楽的な意味に基づいて、自動的に類似メロディの色分けや圧縮表示を実現できた。

5. まとめ

本報告では、クラシック楽曲の音楽構造可視化手法と、縦横2方向の圧縮表示手法を提案した。なお、本研究の題名「Colorscore」は、Color score(色つきのスコア)と Colors Core(音楽の中核部分に色をつける)を意味するものである。

今後は引き続き、より効果的な分析手法や可視化方法を考案するとともに、それらの実装を進めたい。また、本手法を活かした再生機能も充実させたい。さらに、メロディの類似構造を可視化するだけでなく、類似したメロディ同士の細かい違いを、各メロディに対応するブロックに模様をつけることで可視化する機能も考案していきたい。縦方向の圧縮表示についても、編曲への利便性を高める方向で改良を進めたい。

謝辞：研究全般にわたり貴重な御助言を賜りました、慶応義塾大学大学院松原正樹氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] J. Foote, Visualizing Music and Audio using Self-Similarity, 7th ACM international conference on Multimedia, Part 1, pp. 77-80, 1999.
- [2] M. Goto, SmartMusicKIOSK: Music Listening Station with Chorus-Search Function, 16th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 31-40, 2003
- [3] M. Wattenberg, Arc diagrams: Visualizing structure in strings, Proc. IEEE Symposium on Information Visualization 2002, pp. 110-116, 2002
- [4] C. S. Sapp, Harmonic visualizations of tonal music, Proc. International Computer Music Conference (ICMC, Havana, Cuba, 2001), pp. 423-430, 2001
- [5] R. Miyazaki, I. Fujishiro, and R. Hiraga, comp-i: A System for Visual Exploration of MIDI Datasets, Transactions of Information Processing Society of Japan, vol.45, no.3, pp. 739-742, 2004
- [6] 松原正樹, 岡本紘幸, 佐野智久, 鈴木宏哉, 延澤志保, 齋藤博昭, ScoreIlluminator: スコア色付けによるオーケストラスコアリーダー支援システム, 情報処理学会論文誌, vol. 50, no. 12, pp. 1-12, Dec. 2009.
- [7] 渡邊ふみ子, 藤代一成, 平賀瑠美, デジタルスコアによる楽曲学習支援インタフェース, 情報処理学会論文誌, vol. 45, no. 3, pp. 710-718, Mar. 2004