

吹奏楽のスコア情報を用いたパート間クラスタリング

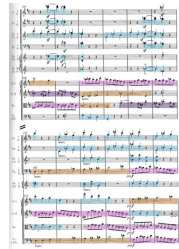
明治大学 総合数理学部 現象数理学科 4年

1. 背景

スコア：各楽器のパート譜をまとめたもの
(用途：全体把握 / 楽曲理解 / 自分の役割の認識 etc.)

[難点] 全パートの情報が集まっており、判読性に欠ける
→ **役割ごとに色付け**してわかりやすくする
(自分のパートがどのような役割なのか、他パートとの関連性 etc.)

色付けにも音楽的知識や経験が必要



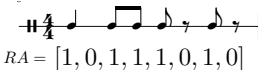
2. 先行研究

フレーズごとに似た役割を持つパートをクラスタリングし、オーケストラのスコアに色付けする手法を提案

4つの特徴量(リズム/響き/メロディ/和声)を用いてパート間の距離を定義

(図解参照は「Score Illuminator: スコア色付けによるオーケストラスコアリーディング支援システム」(2009))

[具体例] リズムの特徴量



$$RA = [1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0]$$

発音されたタイミングであれば1, それ以外を0としたベクトル

[問題点]

- ・ 音符の種類によってはリズムを正しく表現できない
- ・ リズムを発音のタイミングのみで考えている

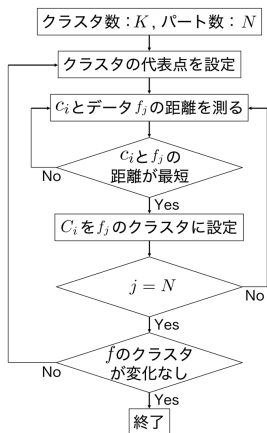
休符や音価も考慮した新たな距離を導入する必要がある

3. 目的

- ・ 吹奏楽のスコア上のリズム情報をもとにしたパート間の距離を定義し、小節ごとにパートを分類する手法を提案する
- ・ 実際の吹奏楽のスコア情報を用いて提案手法を評価する

4. k-means法

アルゴリズム



パート: f_1, f_2, \dots, f_N
クラスタ: C_1, C_2, \dots, C_K
代表点: c_1, c_2, \dots, c_K

初回はデータからランダムに初期値を設定以降はクラスタの重心を代表点に

パート f_1, f_2, \dots, f_N について、それぞれ距離が一番近い代表点を探す

初期値によって得られる解が異なる
→ 1回で最良の結果が得られるとは限らない

この操作を繰り返して行い、得られた解の中から以下の**評価関数を最小化する解**を最良とする

$$E(C) = \sum_{i=1}^K \sum_{f \in C_i} \|f - c_i\|^2$$

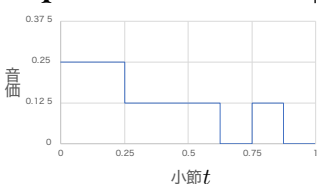
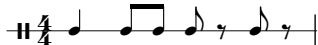
5. パート間の距離1 階段関数

k-means法に必要なパート間の距離の1つ目に、階段関数を用いた距離を定義する。これによって、発音は同じでも音価の異なるパートを区別できる。

関数表現 $f(t)$: 時間 t における音価

スコアから各パートの1小節分の楽譜情報を抽出し、それぞれの楽譜を表現した階段関数を作成する。対象の小節の始まりを $t=0$ 、次の小節の始まりを $t=1$ とする。ただし、音価は全音符を基準(音価: 1)とし、休符の場合は0とする。

[具体例]



距離計算

$$\text{パート } i \text{ と } j \text{ の距離 } D_1(i, j) = 1 - \cos(f_i, f_j)$$

$$\text{コサイン類似度 } \cos(f_i, f_j) = \frac{1}{\|f_i\|_2 \|f_j\|_2} \int_0^1 f_i(x) f_j(x) dx$$

6. パート間の距離2 逆フーリエ変換

k-means法に必要なパート間の距離の2つ目に、逆フーリエ変換を用いた距離を定義する。これによって、音符の種類を考慮したクラスタリングが可能となる。

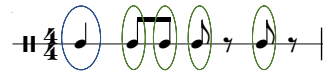
関数表現

$$f(x) = \sum_{n \in A} a_n \cos nx$$

A : 小節に出てくる音符の音価の逆数全体

a_n : 音価 $1/n$ の音符が小節内に占める割合

[具体例]



この小節内の音符は四分音符と八分音符の2種類
四分音符の音価は0.25, 八分音符の音価は0.125

四分音符は小節内に1つ → $a_4 = 0.25$

八分音符は小節内に4つ → $a_8 = 0.5$

$$\Rightarrow f(x) = a_4 \cos 4x + a_8 \cos 8x$$

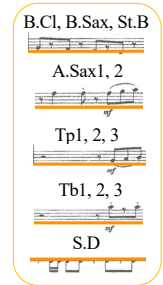
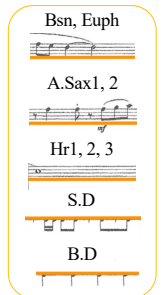
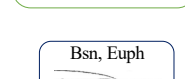
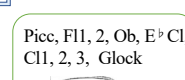
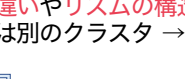
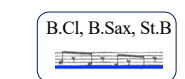
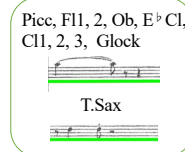
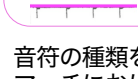
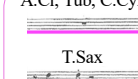
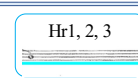
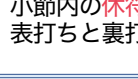
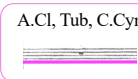
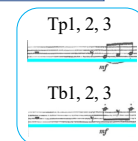
距離計算

$$\text{パート } i \text{ と } j \text{ の距離 } D_2(i, j) = \left(\int_0^{2\pi} |f_i(x) - f_j(x)|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}$$

7. 提案手法の適用結果

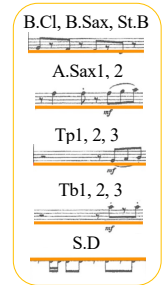
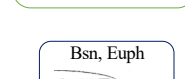
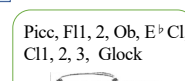
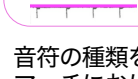
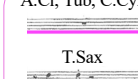
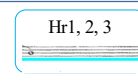
使用楽曲: マーチ「春の道を歩こう」(作曲: 佐藤邦宏, 30パート, 32小節目), $K = 5$

階段関数



- ・ 小節内の**休符の違い**や**リズムの構造の類似性**
- ・ 表打ちと裏打ちは別のクラスタ → **マーチには適さない**

逆フーリエ変換



- ・ 音符の種類を識別 → **表打ちと裏打ちが同じクラスタ**
- ・ マーチにおける**役割を認識**できる有効な手法

8. 結論

- ・ スコアのリズム情報から新たな関数を作成し、パート間の距離を定義することで、パートの分類手法を提案することができた
- ・ 実際の楽譜を用いて、リズム情報から各パートを分類することができた
- ・ マーチのように表と裏の関係が重要な曲目の場合、**逆フーリエ変換による距離**でのクラスタリングの方が、役割を認識する上で有効である