

音符情報による現代合唱作曲者の数理的分類

明治大学 総合数理学部 現象数理学科4年 池田研究室

1.背景

動機：自分が合唱をしていて「この曲は信長 貴富っぽい」「さすが松下 耕だ」と感じる時がある。合唱関係者が作曲家らしさに対して言うときがある
数理的に根拠を持って楽曲を評価することはできないか

先行研究：「楽譜情報からの作曲家らしさ認識のための音楽特徴量の提案」
「音楽知識に基づく音高・音長の組合せ特徴量を用いたMIDIデータからの作曲家判別」
クラシックの作曲家を様々な特徴量を用いて分類した
音符情報のみで、作曲家を時代や国・地域での分類に成功していた
他の音楽形式、合唱ではどうか

2.研究の目標

現代合唱曲の作曲者を特徴量を用いて数理的に分類する

3.研究の設定

曲をデータ化する

楽譜：混声4部合唱の曲（ピアノ伴奏曲を含む）

作曲家：『パナムジカ2018年 日本の混声合唱作曲家』
千原 英喜 松下 耕 木下 牧子 北川 昇 信長 貴富 の5人

データ：MIDIデータ（拡張子.mid）を使用
時間における音の入り切りがデータ化されている

分析情報：各パートに示される音符の高さ・長さ

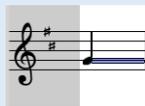


図1 音符の例
音高：67
音長：960

データから特徴量を得る

特徴量1：音高の平均・分散・歪度・尖度

楽曲の全パートの音高を元に計算する。
使用する音高の高低、散らばり度合い、偏り、分布の裾を見る。

特徴量2：和音の幅・同時発音数

ある時刻の、和音の状態を数値化する。
和音の幅は、半音差を1として、最大音高と最低音高の差を計算する。
同時発音数は、音符のあるパート数を計算する。
楽曲に対し、出現している和音の幅・同時発音数が占める時間割合を扱う。

特徴量3：リズム比

各パート内の、ある音符と隣り合った音符の音長の比を計算する。
休符が隣り合っている場合、リズム比として計算しない。
0.5と2など逆数の比が出現するが、同一のものとして認識する。
楽曲に対し、出現しているリズム比が占める時間割合を扱う。

4.階層的クラスタ分析のアルゴリズム

Step1 各データが孤立したクラスターを形成する状態から開始

Step2 全てのクラスター対の間の距離を計算する

Step3 最も近いクラスター対を併合し新しいクラスターを作成

Step4 新たなクラスターと他のクラスター間の距離を求める

Step5 クラスター数が1になるまでStep3とStep4を繰り返す

5.使用する式

クラスターの定義：

1. i 番目のクラスターを C_i で表し、 p 番目の対象 x_p が C_i に属することを $x_p \in C_i$ で表す。
2. n_i を C_i に属する対象の個数とする。
3. C_i と C_j の非類似度を d_{ij} 、 x_p と x_q の非類似度を d_{pq} で表す。

ユークリッド距離：
$$d_{pq} = \sqrt{\sum_{t=1}^r (x_{pt} - x_{qt})^2} \quad (x_p, x_q \in \mathbb{R}^r)$$

ワード法：

$$d_{ij} = \frac{n_i n_j}{n_i + n_j} \quad d_{pq}, p = \frac{1}{n_i} \sum_{x_p \in C_i} x_p, q = \frac{1}{n_j} \sum_{x_q \in C_j} x_q, d_{pq} = \sqrt{\sum_{t=1}^r (p_t - q_t)^2}$$

6.解析結果・考察

表1 作曲者の色分け

名前	色
千原 英喜	青
松下 耕	緑
木下 牧子	黄
北川 昇	紫
信長 貴富	赤

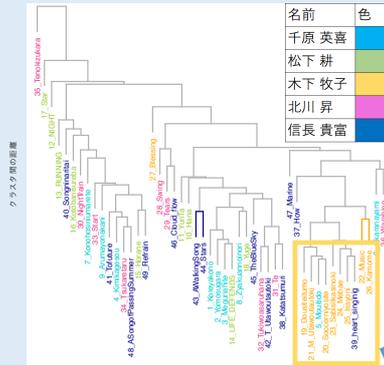


図2 曲のクラスタリング結果

楽曲のクラスタリング

- ・木下の19~26がまとまっている
- ・それぞれの作曲の特徴が似ている
- ・17, 35の分類が遅い
- ・特殊なリズム比が多く他の楽曲と違うと認識している
- ・17は明らかに違う
- ・35は今後の課題

うまくまとまっているグループ

作曲者のクラスタリング

- ・鎖効果が発生
- ・クラスタリング結果として良くない
- ・改善が必要
- ・北川が最後にまとめられている
- ・35の影響が強い

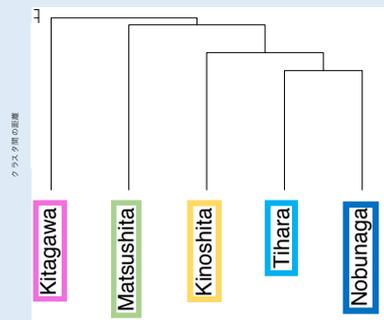


図3 作曲者のクラスタリング結果

鎖効果は特定のリズム比が原因 → 特徴量を調整
リズム比の項目が多い → 特徴量1, 2を重み付け

リズム比が83項目に対して、音高が4項目しか使用していない。また、和音の幅が38項目、同時発音数が9項目出現している。そのため、音高・和音の幅・同時発音数に対し、リズム比のデータと同程度の影響力を与えるため、重み付けをした。音高を20倍、和音の幅を2倍、同時発音数を10倍した結果を示す。

重み付けデータの分析結果

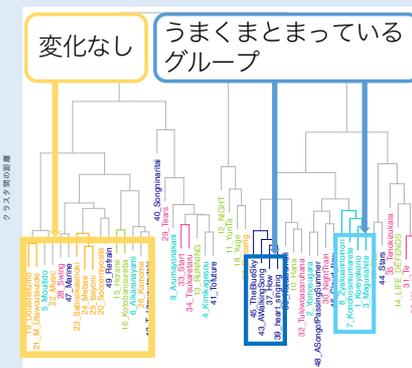


図4 楽曲の結果

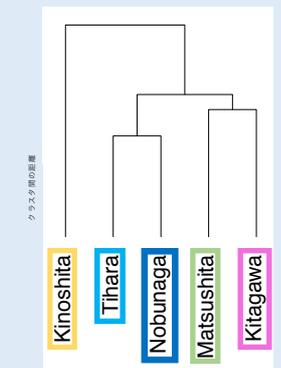


図5 作曲者の結果

- ・作曲者のクラスタリングの鎖効果が解消された
- ・千原と信長の曲にまとまりができています
- ・木下が他の作曲者と離れている
- 合唱において、音高や和音の幅・同時発音数が重要

7.結論

- 音符情報による特徴量によって現代合唱曲の作曲者を分類できた
- 音高や和音の幅・同時発音数に重み付けすることで、合唱作曲者の分類結果が改善した