

# 音符列比較における類似性指標の評価

5G-2

門田 隆史<sup>†</sup> 石野 明<sup>†</sup> 竹田 正幸<sup>†</sup> 松尾 文碩<sup>†</sup><sup>†</sup>九州大学大学院システム情報科学研究科

## 1. はじめに

メロディをキーとして曲検索を行なうとき、メロディ間の類似性をいかに定義するかは非常に重要な問題である。従来研究では、楽譜上の音符列を入力として編集距離 (edit distance) を計算する手法<sup>1)5)</sup>や、音符列そのものでなく相対音程差や相対音長比の列を入力とする手法<sup>2)~6)</sup>がある。

後者の手法はハミングによる曲検索において、音程、音長のゆれを近似的に照合できることから、有効な類似性指標であるといえるが、音楽的な類似性を考慮することはできない。本論文では、音楽的な類似性を考慮できる前者の手法に注目する。まず、この手法の有効性がモーツァルトの K.265 に対して示されているだけであったので<sup>1)</sup>、他の変奏曲を用いた検証を行ない、その問題点を考察した。次に、得られた知見をもとに、新たな類似性指標を提案、同様の検証を行ない、その有効性を示した。

## 2. 編集距離による類似性指標

この節では、Mongeau らによって提案された類似性指標<sup>1)</sup>の概略を述べる。音符列に対する編集距離における編集操作 (edit operation) のペナルティは、音程情報と音長情報に依存して決まる。音程情報については和声学に基づく協和、不協和の関係、音長情報については音長差の絶対値をペナルティとし、これらの和を各編集操作 (削除・挿入・置換) のペナルティとする。また、音符列独自の編集操作として、1対多、多対1の対応をとる分割・統合を導入する。分割・統合においては、音程情報に基づくペナルティの和と音長の和の差との和をペナルティとする。これらの編集操作を用いて、音符列間の距離 (非類似度) を計算する。

On Similarity Measures for Musical Sequences

Takashi Kadota, Akira Ishino, Masayuki Takeda, and Fumihiko Matsuo

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University, Fukuoka, 812-81 Japan

## 3. 変奏曲による検証

ここでは、前節の手法を検証、問題点を考察する。

### 3.1 実験とその結果

曲データとしては MIDI データを用いる。実験に用いた MIDI データは、Web 上で収集したものである。MIDI データには、通常、調や拍子の情報が含まれており、移調や小節区切りなどを自動的に行なうことができる。

はじめに、K.265 を含む 10 曲の変奏曲に対するこの手法 (指標 A) の評価を試みた。その結果、他の変奏曲においても、同一変奏曲内では、ほぼ妥当な順位となることが確認できた。

次に、複数の変奏曲に対して同時に順位づけを行なった。簡単のため、3 曲の変奏曲から主題と変奏を適当に選択したものに対する結果の一部を表 1 に示す。

表 1: 指標 A による結果

順位	K.256		K.25	
	曲名	非類似度	曲名	非類似度
1	K.265-5	28.4	K.25-7	11.5
2	K.354-4	38.5	K.25-1	25.8
3	K.265-12	39.9	K.25-5	26.8
4	K.25-5	42.5	K.354-4	35.9
5	K.25	46.8	K.265-12	36.8
6	K.265-9	47.0	K.265-5	42.4
7	K.354-12	47.2	K.265	46.8
8	K.265-11	48.9	K.25-3	49.1
9	K.25-7	49.0	K.354-7	49.6
10	K.354-2	54.6	K.265-11	52.2

### 3.2 問題点の考察

この結果において、同一曲内の変奏より別の曲の変奏が上位に順位づけされている。これは他の曲に対する順位づけでも同様であった。しかし、曲を実際に聞いて判断したところ、同一曲内の変奏がより「似ている」と感じられることが多い。では、なぜこれらの類似度が高く評価されたのだろうか。

まず、音符の挿入、削除によってタイミングのずれた対応をとっているという問題がある。音楽において、タイミング情報は重要であり、これらの操作を安易に行なうべきではない。しかし、この手法では、これら

のペナルティは音長情報のみに依存しており、あまり大きなペナルティではない。

次に、音長情報に基づくペナルティが音長の差のみに依存しており、音長にかかわらず同じペナルティになっているという問題がある。たとえば、4分音符の不一致と16分音符の不一致は同じペナルティとなるが、実際は、より短い音の不一致に低いペナルティを与えるべきであろう。

#### 4. 新しい類似性指標

以上の問題点をふまえて、新たな類似性指標を提案、有効性の検証を行なう。

##### 4.1 定義

提案する指標は、編集距離に基づく指標を改善したものであり、以下のような定義を与える。

- (1) 楽譜上の音符単位の列を入力とせず、16分音符単位で正規化した音程情報のみの列を入力とする。
- (2) 挿入、削除を行なわない。
- (3) 音程情報に基づくペナルティは、一致、協和、不協和の3段階の基準による。
- (4) 連続性に対してペナルティづけを行なう。

(1)により、音長情報に基づくペナルティづけの必要がなくなり、音程情報だけのマッチングへと帰着できる。また、計算を複雑化する分割・統合の必要もなくなる。(2)によって、タイミング情報を重視し、タイミングのずれた対応を全く行なわないことにした。これら2つの定義によって、前述の問題点は解決できる。ここで、(3)(4)は、さらなる改善として追加定義した。

まず、(3)は音程情報に関する過剰適合(overfitting)を防ぐための定義である。もともと音の種類は平均律において12しかなく、音程情報に基づくペナルティを、和声学に基づきあまりに細かく設定すると、過剰適合の原因となる。今回は、一致に対して0、協和(5度、3度)に対して0.1、不協和(その他の音)に対して0.5とした。

次に、(4)については、連続して一致したときは、その長さに応じて負のペナルティを与え、連続して不一致であるときは、その長さに応じて高いペナルティを与える。

##### 4.2 実験とその結果

以上の4つの定義による新しい指標(指標B)に対して、同様の検証を行なった結果の一部を表2に示す。

表2:指標Bによる結果

順位	K.256		K.25	
	曲名	非類似度	曲名	非類似度
1	K.265-9	-11.9	K.25-7	-596.5
2	K.265-5	15.4	K.25-5	-580.7
3	K.265-8	33.8	K.25-1	-293.2
4	K.265-11	58.5	K.25-6	60.7
5	K.256-1	77.2	K.25-3	106.4
6	K.265-7	99.6	K.265-12	123.9
7	K.265-3	143.5	K.265-9	271.6
8	K.265-10	152.6	K.354	352.3
9	K.265-12	309.8	K.265-7	385.9
10	K.354	313.8	K.265-1	451.3

この結果において、同一曲内における順位づけもほぼ妥当なものであり、かつ、別の曲に対しては順位を下げている。さらに、曲を実際に聞いて判断したところ、より適当な順位づけを行なっていることが確認できた。よって、この指標はより有効な類似性指標であるといえよう。

#### 5. まとめと今後の課題

Mongeauらによって提案された手法を検証し、問題点を考察した。得られた知見をもとに新たな類似性指標を提案、その有効性を示した。この指標は、従来の指標では指摘できなかった音楽的に類似した曲を指摘できるという点で、より有効な指標であるといえる。音楽的類似性の抽出は、著作権問題として類似メロディを検索する場合などに特に有効であろう。

しかし、この新たな指標の定義(3)(4)はまだ不十分であり、さらなる検討の余地がある。また、今回は単旋律のみを対象としたが、和音も含めた類似性の定義への拡張も考えられる。今後は、これらの改善を試みた後、1000曲程度の曲データベースに対して類似曲の抽出実験を行ない、さらに、曲検索システムへの応用を目指す予定である。

##### 参考文献

- 1) Mongeau M., Sankoff D.: Comparison of Musical Sequences, *Computers and the Humanities*, 24(3), 161-175, 1990.
- 2) T. Kageyama, K. Mochizuki, Y. Takashima: Melody Retrieval with Humming, *ICMC Proc.*, 349-351, 1993.
- 3) Asif Ghias, Jonathan Logan: Query By Humming - Musical Information Retrieval in an Audio Database, *ACM Multimedia 95, Electronic Proc.*, 1995.
- 4) 園田 智也, 後藤 真孝, 村岡 洋一: 歌声による曲検索システム, 情報処理学会第55回全国大会講演論文集(2), 10-11, 1997.
- 5) McNab R. J., Smith L. A., Bainbridge D., Witten I. H.: The New Zealand Digital Library MELody inDEX, *D-lib Magazine*, 1997.
- 6) Steven Blackburn, David Deroure: A Tool for Content Based Navigation of Music, *ACM Multimedia 98, Electronic Proc.*, 1998.