

主観的類似度を反映した暗意実現モデルの拡張

矢澤 櫻子[†] 浜中 雅俊[†]

本稿では暗意実現モデル (Implication-Realization Model) の楽曲間類似度計算に適した改良・拡張について述べる。我々はこれまで暗意実現モデルに基づき楽曲間の類似度計算を行って来たが、そのようにして求めた類似度とユーザの主観的な類似度との間に乖離が生じていた。そこで本稿では明確な閾値の導入・類似した構造のグループ化・新たな構造を導入という3つの手法を導入した。実験の結果、提案手法で類似度計算の精度が上がることを確認した。

Extension Implication-Realization Model for Subjectivity Melodic Similarity

SAKURAKO YAZAWA[†] MASATOSHI HAMANAKA[†]

This paper describes improvement and extension of Implication-Realization Model (IRM) for melodic similarity calculation. We previously developed melodic similarity calculation method based on original IRM symbols. However, by using the original IRM symbols, the calculation result and user's subjective similarity are sometimes very different. We implement 3 techniques that introduce explicated threshold, grouping similar structures and introduce new structures. Experimental results show that our proposed method outperformed baseline performance.

1. はじめに

本稿では、楽曲を分析するための音楽理論の一つである暗意実現モデルを楽曲同士の類似度計算に適する形に改良・拡張する手法について述べる。暗意実現モデルとは Eugene Namour によって提唱された音楽理論で、楽曲を構成する音高、音程、リズムや休符等の情報を用いて楽曲をシンボル列へと抽象化して表現する音楽理論である[1,2]。本手法の特徴は、楽曲をシンボル列へ抽象化する際に新たな閾値や定義を導入することで、類似度計算の観点から見て適した楽曲の抽象化を可能にした点である。

従来、楽曲同士の類似度の計算は様々なものが提案されてきた。例えば、楽曲をスペクトル解析し、その結果に対して距離ベクトルを定義する方法[3,4]や、離散フーリエ変換をかけてフレーズのパターンを見いだす手法[5]などが提案されている。

これらに対して我々は、類似度計算方法として暗意実現モデルに基づく手法を提案する。提案手法の特徴は第一に、採用しようとしている音楽理論に人間の音楽認知に基づく特徴量が含まれているためである。この特徴量とは楽曲の

展開の度合いを表現したもの等である。第二に、音楽理論に基づくことで音楽的な特徴を保持したまま計算ができるためである。

我々に近い手法として、マーテンガーテンらは暗意実現モデルで定義されているシンボルと呼ばれる構造を用いて類似度計算を行う手法を提案し、類似度を算出できることを示した[6]。しかし、暗意実現モデルは本来、楽曲間類似度を計算するための音楽理論ではないため定義されているシンボルのみでは違い表現できない音列が存在する。このため類似度計算という観点では精度が下がってしまう問題があった。

この問題を解決するために我々は構造の持つ曖昧性、シンボルの類似性、オリジナルのシンボルの拡張という3点からアプローチを行った。

2章では暗意実現モデルと楽曲間類似度について、3章では実装したシステム、4章では実験を5章では結果と考察、そして6章ではまとめと今後の課題について述べる。

2. 暗意実現モデルに基づく楽曲間類似度

我々は楽曲間類似度を、暗意実現モデルで楽曲を分析して作られるシンボル列がどの程度近似しているかで定義する。

[†] 筑波大学
University of Tsukuba

図1は暗意実現モデルに基づき楽曲を分析した例である。

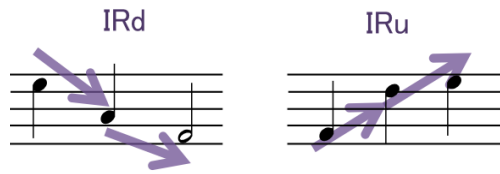


図1.楽曲分析例

分析はまず楽曲からブラケットと呼ばれる構造を抽出することから始まる。ブラケットはメロディ内の連続する音を含んだ単位のことであり、メロディ中で前後の音価が急激に変化する部分や休符などで途切れる性質がある。ブラケット内に3音存在する場合、8種類のシンボルという構造に割り振られる。もし、ブラケット内に3音よりも少ない音が括られている場合は例外型という構造が割り振られる。例外型は dyad, monad の2種類である。dyad は2音の音の組に対して、monad は単音に対して割り振られる。

楽曲類似度計算に主眼を置いた場合にブラケット、シンボルへの解析で発生する問題を解消することで楽曲間類似度を精度良く計算することが可能となる。類似度計算に暗意実現モデルを用いる場合、以下に上げる3つの問題が存在する。

2.1 問題1: 解析に必要な閾値が明らかでない

暗意実現モデルに基づいて解析を行う場合にブラケット、シンボルへの解析で曖昧性が発生する問題があった。具体的にはブラケットを抽出する際に用いられる音価の相対比とシンボルの振り分けに用いられる音程の大きさである。

音価の比がどの程度であればブラケットが途切れるという明確な閾値が無い、シンボルに振り分けるために「音程が広い狭いか」という判断に用いられる閾値が楽曲の類似度計算に適した値なのか不明という問題があった。

2.2 問題2: 似ている定義のシンボルが存在する

シンボル同士の類似性から解析結果がスパースになる問題があった。似た定義を元にして振り分けられているシンボルが存在するため、別のシンボルに振り分けられるはずのシンボルが似たシンボルに振り分けられている場合があった。

暗意実現モデルの基本類型に定義されているシンボルは全部で8種類ある。その8種類は元々Meyerの「進行-逆行-否定」の3型を元にして構築されている。この3型に対して音程進行や音程方向の定義を加えることによりシンボルを形成している。

2.3 問題3: シンボルでは表現できない音列の違いがある

定義されているシンボルでは違いを表現できない音列が存在している問題があった。例えば例えば音程が「下がって下がる」と「あがってあがる」という振る舞いをしている音列が楽曲に出て来た場合に、異なる旋律を我々は聴いているのに同じシンボルが割り当てられてしまっていた。同じシンボルが割り振られる例を図2に示す。

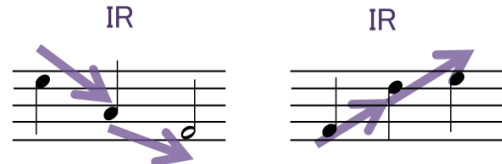


図2.同じシンボルが割り振られる例

3. 提案手法

2節で述べた問題を解決するために、明確な閾値の導入、類似シンボル同士をグループ化して解析を行う、新たな定義を導入しシンボルを拡張する、という解決手法を提案する。

3.1 解析に明確な閾値を導入する

ブラケット、シンボルへの解析に着目し、どの程度の閾値を設ければ楽曲の類似度判定に適するかを検証する。

ブラケットは楽曲中で前後の音価が変化する場合に途切れる。この途切れる音価の相対比を1:2から1:8として検証を行う。

シンボルへの振り分けを行う段階で、音程が「広い狭い」を判定する閾値を2度から5度として検証を行う。

3.2 類似シンボル同士をグループ化して解析を行う

シンボル同士の類似性を認めることで、類似度計算の結果がどの程度変化するかを検証する。

暗意実現モデルに定義されている8種類のシンボルを、音程の大きさの定義に近いもの同士、音程の上り下りの定義に近いもの同士、その両方を認め特殊パターンであるDとIDという構造の区別をつける、両方を認めDとIDの区別をつけない、この4パターンに関して検証を行った。

3.3 新たな定義を導入しシンボルを拡張する

オリジナルのシンボルに新たな定義を加え、シンボルを拡張する。

暗意実現モデルに定義されている8種類のシンボルに対して、音程進行の定義をより細かくする。例を図3に示す。



図 3,細分化の例

これは例えば音程が「あがって上がる」と「さがって下がる」という振る舞いをしている音列が楽曲に出て来た場合に、オリジナルでは同じシンボルが割り当てられていた。このような振る舞いを分ける定義を新たに設け、シンボルを図*のように15種類に拡張した。

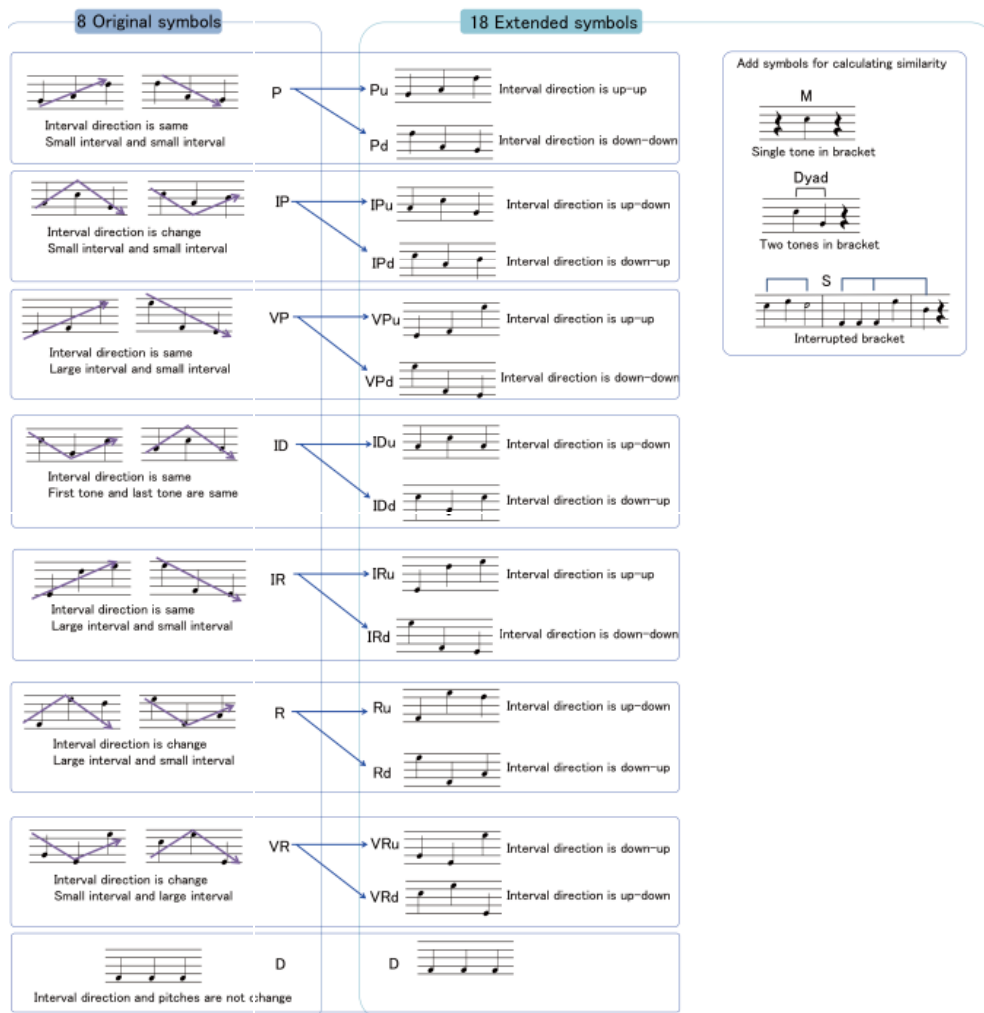


図 4,シンボルの拡張一覧

3.4 類似度計算方法

N-gram を用いて比較する手法を提案する。N-gram を用いた理由は、シンボル列化したメロディを文字列とみなすことができるためである。

4. 実装

我々は入力楽曲をシンボル列に抽象化し、類似度を判定する Extension IRM parser というシステムを構築した。本システムでは閾値の設定、我々が提案した拡張のシンボルによる解析を行うかなどの設定をすることができる。

Extension IRM parser の入力には midi 形式の楽曲で、出力は類似度判定結果である。

暗黙実現モデルにおいて楽曲をシンボル列への抽象化のためにまず楽曲からブラケットを抽出する。Extension IRM parser の Melody separator の部分がブラケットによる解析を行う。シンボルへの振り分けを行っているのが Extension IRM parser の original symbolizer と Extension IRM symbolizer の部分である。Original symbolizer ではオリジナルのシンボルへの解析を行い、Extension IRM symbolizer では拡張を施したシンボルへと解析を行う。

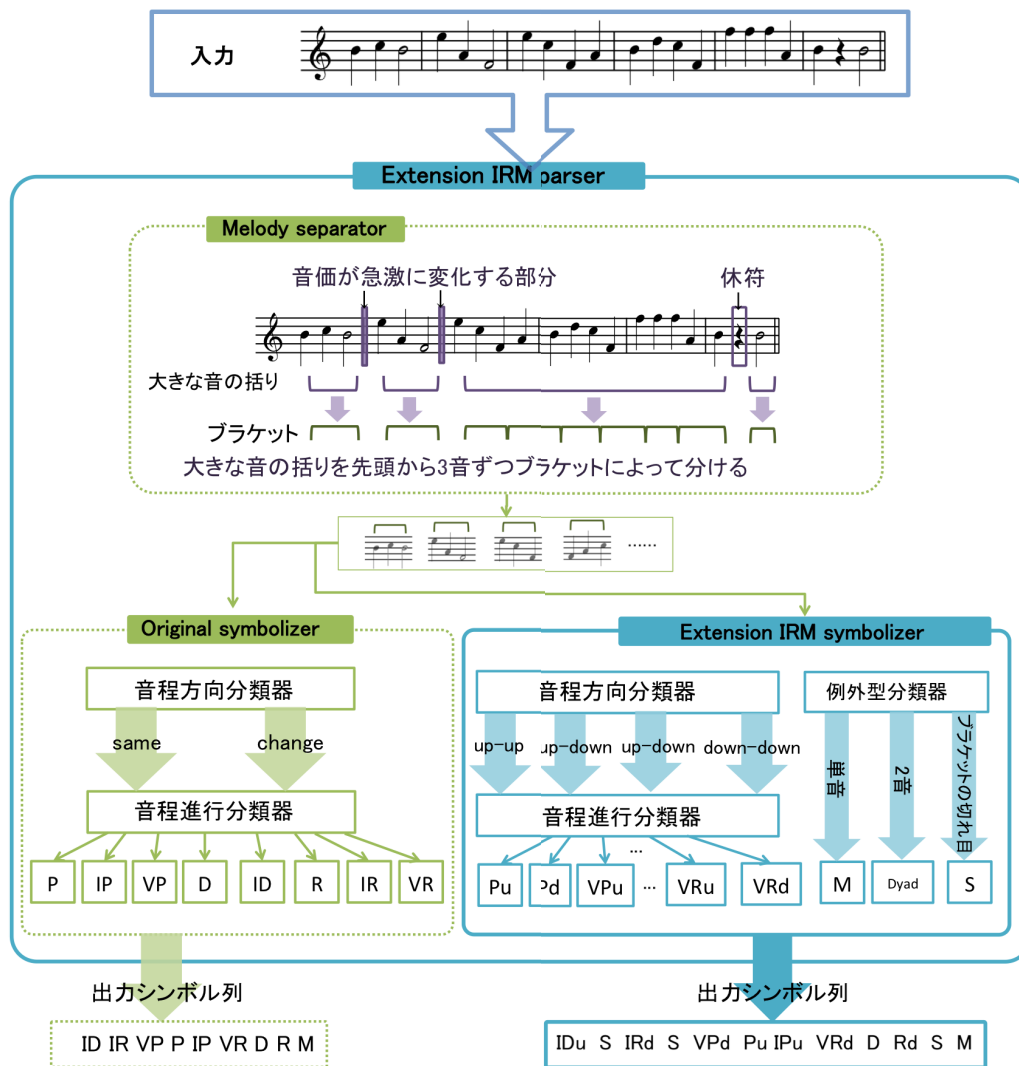


図 5,システム俯瞰図

ブラケット、シンボルへの解析の部分で提案した手法を実装し、それぞれの結果を出力できるようにする。暗意実現モデルに基づく類似度はシンボル列同士を N-gram を用いて算出する。Extension IRM parser にクエリと比較する楽曲を入力し、二つの曲の類似度を求められるようにした。N-gram による類似度計算の例を以下に示す。

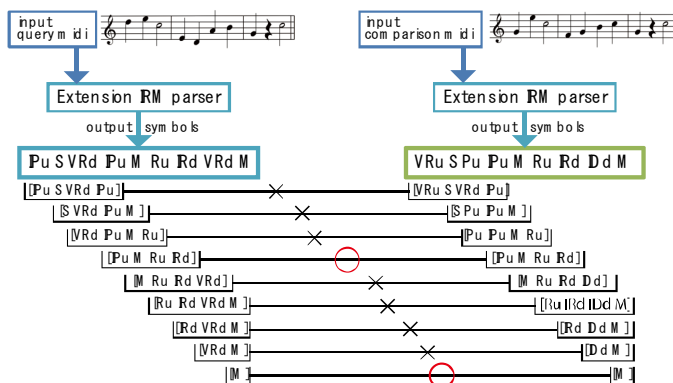


図 6,N-gram による類似度計算例

5. 実験

3 章で提案した手法、4 章でその手法を実装したシステムを用いて出力した楽曲がクエリと似ているかどうか実験を行った。

システムに対して解析に明確な閾値を導入する、類似シンボル同士をグループ化して解析を行う、新たな定義を導入しシンボルを拡張する、という 3 パターン解析の後、クエリとの類似度が高い楽曲 10 曲を出力させた。

実験には midi フォーマットに変換して配布されている Essen のフォークソング集[12]をデータセットとした。全部で約 5000 曲のうち A グループに属する 332 曲を用いた。

実験はまず用意したデータセットからランダムに一曲を選び、その曲に対して 1 音消去、1 音挿入、1 音の音価拡大、1 音の音価縮小の編集を行った。ランダムに選んだ曲をクエリとし、編集を行った曲とクエリを Essen のデータセットに加えた計 338 曲から似ていると判定された曲 10 曲を実際に出力させた。

出力した楽曲が似ているかどうかの判定方法として、出

力した曲を実際にクエリと似ているかどうか実際に聴く被験者実験を行った。被験者は男女計5人(男2人,女3人)で、似ているかどうかの判定方法は「全く似ていない,似ていない,どちらでもない,似ている,ほぼ同じ曲」の5段階の判定とした。

6. 結果と考察

実験結果から、楽曲の平均音価が暗意実現モデルによる類似度計算において、シンボルの定義の細分化は有効ということがわかった。

平均音価が大きい曲の場合、"どの程度広い/狭いかを分ける閾値は5度の場合が最も類似度計算の結果が良くなることがわかった。これに当てはまらない曲の場合、その閾値は2度もしくは3度で良い結果となった。また音程進行に類似性を認めて計算した場合、類似度計算ができなくなる、最も精度が低くなるという結果となった。そうでは無い曲の場合、音程方向に類似性をみとめた方が音程進行に類似性を認めた場合よりも精度が良く類似度計算できていることが確認された。

シンボルの定義に類似性を認めた場合最も単純な形まで構造を抽象化すると類似度計算がうまくいかない結果が得られた。

シンボルを拡張し類似度計算をした場合、オリジナルの8種類のシンボルのみで解析を行った場合よりも被験者実験より類似楽曲を精度良く計算できている結果が得られた。

実験結果より、音列の音高がどのように上がっていつているか、下がっていつているか、ということは人間が音列を聴いたときに似ているか似ていかを判断するのに重要な要素である。

暗意実現モデルに基づいて類似度計算をする場合に楽曲中における音価の平均が重要で音価の閾値について今後、検討が必要である。

7. まとめ

本稿では、楽曲間類似度計算に適した暗意実現モデルの改良・拡張と計算機上への実装について述べた。暗意実現モデルを改良・拡張するにあたり3つ提案を行った。

一つ目は解析に明確な閾値を導入する、二つ目は類似シンボル同士をグループ化して解析を行う、三つ目は新たな定義を導入しシンボルを拡張する、である。

一つ目、二つ目から楽曲中の平均の音価が暗意実現モデルにおける類似度計算に影響を与える。三つ目から、拡張により類似度計算の精度が向上することが確認された。

今後、楽曲の平均音価がどの程度から主観評価に影響が出てくるかを検討する。

8. 参考文献

1. Eugene Narmour "The Analysis and Cognition of Basic Melodic Structures" The university of Chicago press, 1990.
2. Eugene Narmour "The Analysis and Cognition of Melodic Complexity".
3. Olivier Lartillot, Petri Toiviainen " A MATLAB TOOLBOX TO COMPUTE MUSIC SIMILARITY FROM AUDIO ", Proc. of the 10th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx-07), Bordeaux, France, September 10-15, 2007
4. Logan, B. & Salomon, A. A Music Similarity Function Based on Signal Analysis. In proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), August 2001.
5. Gissel Velardea, Tillman Weydeb, David Mereditha " An approach to melodic segmentation and classification based on filtering with the Haar-wavelet " Journal of New Music Research Volume 42, Issue 4, 2013.
6. Maarten Grachten, Josep Lluís Arcos and Ramon Lopez de Mantaras : "Melody Retrieval using the Implication/Realization Model", MIREX 2012 Symbolic Melodic Similarity Results, 2005
7. Fred Lerdahl, Ray Jackendoff: "A Generative Theory of Tonal Music", The MIT Press, 1983
8. Satoshi Tojo , Keiji Hirata, "Distance and Similarity of Time-span Trees" , Journal of Information Processing, Vol. 21 No. 2 pp. 256-263, 2013
9. Sakurako Yazawa, Hiroko Terasawa ,Keiji Hirata,Satoshi Tojo,Masatoshi Hamanaka," Identifying the basic structures of Implication-Realization Model in a melody ",IPJS special interest group on music and computer, 2010-MUS-87, No.1, Oct2010
10. Sakurako Yazawa, Hiroko Terasawa ,Keiji Hirata,Satoshi Tojo,Masatoshi Hamanaka," Analysis the chain structures of Implication-Realization Model in a melody ", IPJS special interest group on music and computer, 2012-MUS94SLP90, No.34, Feb2012
11. Essen Folksong database " <http://www.esac-data.org/> "