

メロディの内挿手法に基づく作曲支援システム

村上雄一[†] 浜中雅俊[‡]筑波大学第三学群工学システム学類[†] 筑波大学大学院システム情報工学研究科[‡]

1 はじめに

本研究の目的は、音符・休符だけでなく、音楽構造 (図 1) を考慮したメロディ操作により音楽初心者でも直感的に作曲ができる作曲支援システムの構築をすることである。ここで音楽構造とは、音楽理論 GTTM[1]に基づく楽曲分析の結果得られる木構造で、メロディを階層的な木構造で表し、本質的な部分 (構造的に重要な部分) と装飾的な部分に分けることを可能としている。図 1 の木構造は音楽構造であり、根を上側としており各枝の音の構造的な重要度を表している。従来の作曲用ソフトウェアでは、楽譜上の音符や休符などの表層的な部分の操作に限定されており、その適切な操作には専門知識が必要であった。

音楽知識のないユーザであっても作曲が可能な手法として、あるメロディに他のメロディの特徴を加え新たなメロディの生成を可能するメロディのモーフィング手法[2] (以下、内挿手法) がある。図 2 は内挿手法を表し、メロディ A と本質的な部分が類似したメロディ B の事例を用いて、装飾的な音の操作を行う。内挿手法を用いることで、既存のメロディをもとに音楽構造を考慮した操作をユーザに提示することが可能となる。内挿手法には図 2 のようにメロディの本質的な部分において、木構造、音の高さ、発音時刻が一致するメロディが必要となる。

ここで類似したメロディの検出を可能とするため、我々は音楽構造に沿ってメロディを分割し、メロディの部分的な類似部分を検索することを考える。従来、音楽構造に基づくメロディの部分的類似度の算出手法が提案されていたが、検索する長さの範囲を手動により設定しており、検出数が設定の仕方に依存してしまう問題があった。また、この手法では類似度の算出に、各音の重要度を計算していないため、類似度の高いメロディが必ず本質的な部分で類似したメロディにはならない。さらに、この手法では 2 つのメロディで類似とする条件が厳しく、類似したメロディの検出は困難である[3]。

本研究では、より多くのメロディを検索するため、検索するメロディの長さの範囲を設定せず、検索対象のメロディの長さに対し、比較するメロ

ディの分割が正しいかを判断する。具体的には、あるメロディを分割していき、検索対象のメロディの長さより短いメロディになった時、比較を行う。この時、そのメロディの長さが分割前の長さと比較して近い方のメロディを類似度判定の対象とする。内挿にはメロディの本質的な部分が類似したメロディが必要となるため、類似度には音楽構造を考慮した重要度から各音の重み付けを導入する。さらに、システムを携帯アプリとして利用し、操作の抽象度を上げつつ、音符 1 つずつの操作も行えるユーザインタフェースの実装を試みた。実験の結果、内挿可能なメロディの検出数の向上を確認した。

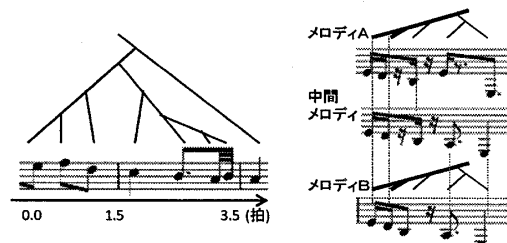


図 1 : 音楽構造

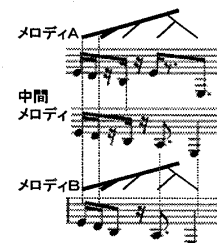


図 2 : メロディの内挿

2 部分的類似度によるメロディ検索

内挿手法に必要な類似したメロディを検出するため、メロディの分割を行い、メロディの部分的類似度を算出する。図 3 では、類似したメロディを検出するまでの操作を順に表している。

2.1 メロディの分割

部分的に類似したメロディを検出するために、メロディを音楽構造に沿って分割し、メロディの部分木を取得する。ここで、100 曲のメロディに対し、音楽構造を任意の長さに分割した結果、3、4 拍の長さのメロディの生成数が多かったため、この長さを分割の基準とする。ただし、2 拍以下、または音符 1 つとなる分割はメロディの情報が少ないので避けることとする。

2.2 類似したメロディの検索

類似度は長さの近いメロディ同士で算出を行うため、対象となるメロディ同士で長さの比較を行う。具体的には、検索対象のメロディと比較対象とする部分木の長さの違いの許容範囲を決めるため、分割前後で検索対象のメロディの長さと同じ方の部分木を比較対象とする。このとき、部分木に休符を含む場合は、休符の長さと同じ長さの任意の枝に置き換える。具体的には、音楽構造の部分木

Computer Aided Composition System based on Melody Interpolation Method

[†]Yuichi Murakami, University of Tsukuba, College of Engineering Systems

[‡]Masatoshi Hamanaka, University of Tsukuba, Graduate School of Systems and Information Engineering

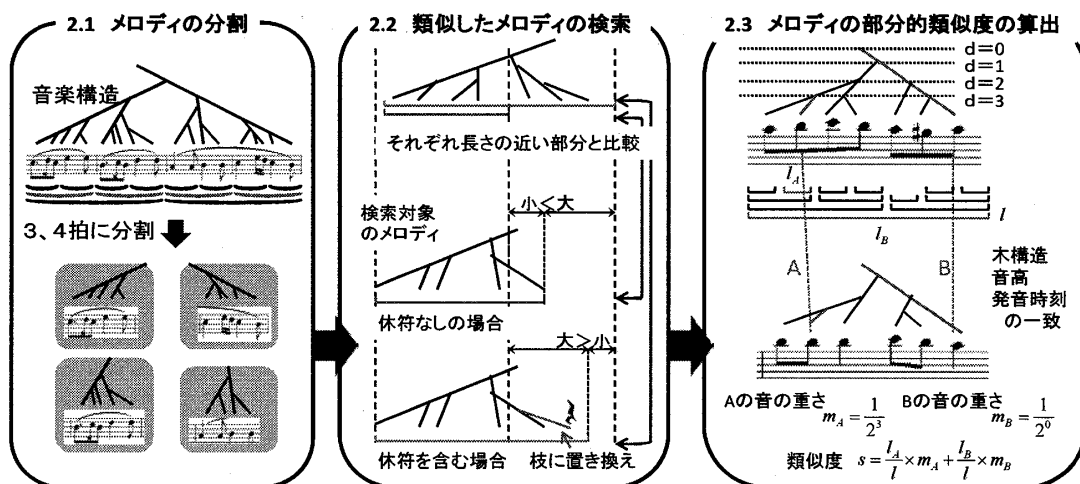


図 3：類似メロディの検出までの流れ

において、休符を仮想の枝として考え、可能な木構造の組み合わせを全て用意する。そして、部分木の比較の際は、最も木構造が一致する組み合わせを選択し、内挿に必要な木構造の一致を増加させる。

2.3 メロディの部分的類似度の算出

検索されたメロディと検索対象のメロディが内挿可能か判定するため、メロディの部分的類似度の算出を行う。類似度 s は木構造の一致、一致した枝においての音高、発音時刻の一致数 n を基準に算出する。ここで、類似度に構造的な重要度を反映させるため、一致した音の重要度と長さにより各音の重み付けを行う。具体的には、一致した音 k の根からの深さを d_k とし、 k の重さ m_k は

$$m_k = \frac{1}{2^{d_k}} \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

とする。さらに、部分木全体の長さを l 、 k を最重要音とする部分木の長さを l_k とすると類似度 s は

$$s = \sum_{k=1}^n \frac{l_k}{l} m_k$$

と計算する。

3 内挿手法の利用

内挿手法を利用し、携帯電話端末上での作曲操作を考える。内挿結果は対象とする 2 つのメロディで、発音時刻が同じで音高の異なる音の個数分だけ 2 の累乗個のデータが出力される。これをすべて表示するのは困難なので、本研究では携帯電話端末上でのピアノロールによる結果の表示を考え、時系列に沿って 2 曲のそれぞれの音に対して選択していく方法(図 4)を用いる。携帯電話端末上での音符操作は、パソコンに比べ自由度、操作性に劣るが、単純な選択肢の提示により簡単なボタン操作での内挿操作を可能とする。

4 評価実験

100 曲のメロディデータをもとに、検索結果の評価を行う。検索対象のメロディに対し、類似度が $s \geq 1$ となるメロディの検出を行う。検索の際、休符を枝として入れた場合と入れない場合の検出数を比較する。実験の結果、いくつかのメロディで、類似したメロディの検出数の向上を確認した。

5 まとめ

本研究では、2 曲の内挿を用いた作曲支援システムについて述べた。内挿に必要な類似したメロディは、メロディを分割し、メロディの部分的類似度を算出することにより検出が可能となった。今後の課題としては、データベース内のメロディデータの増量とそれに伴い高速な検索方法が必要になると考えられる。

参考文献

- [1] F. Lerdahl, and R. Jackendoff. A Generative Theory of Tonal Music. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1983
- [2] 浜中雅俊, 平田圭二, 東条敏: タイムスパン木に基づくメロディモーフィング法, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2008-MUS-74-19, Vol. 2008, No. 12, pp. 107-112, February 2008.
- [3] 平田圭二, 松田周: パピプーーン: GTTM に基づく音楽要約システム, IPSJ 研究報告, 2002-MUS-46

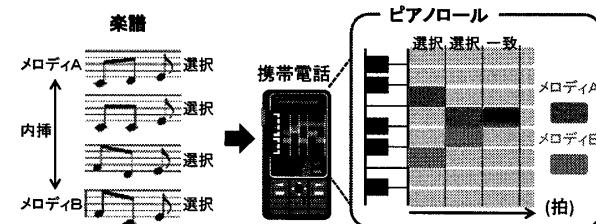


図 4：時系列に沿った音符表示