

リズム木構造仮説に基づく楽曲解析とリズム木学習*

☆中野拓帆, 深山覚, 小野順貴, 嵯峨山茂樹 (東大院・情報理工)

1 はじめに

本稿では、リズム木構造仮説 [1] に基づく、楽曲のリズム解析と、楽曲からのリズム木学習手法について扱う。音楽は一般に、和声・リズム・旋律の3要素から成り立つとされており、重要な要素のひとつであるリズムに関する楽曲解析は有用だと思われる。また、リズム木は自動作曲に用いることができ、特に雰囲気を保ちつつ様々な音符数のリズムを出力しなければならないときに有用である。楽曲からのリズム木学習を可能にすることで、大量のリズム木を扱うことができ、自動作曲システムの生成する楽曲の幅が広がる可能性がある。

2 リズム木構造仮説に基づく楽曲解析

2.1 リズム木構造仮説 [1]

中妻らは曲中のリズムについて「リズムは曲想を強く表す要素である一方、自由度も高い。例えば、歌の1番と2番の同じ場所で、音符数が違うためにリズムが異なっても同じ曲想を感じることがある。この2つのリズムは音符数によらずに曲想に与える同一の特徴を持っていると考えられる」(句読点のみ変更)とし、さらに、「あるリズムが異なる音符数に展開できる構造を『リズム木構造』と定義」している [1]。また、「1番と2番の同じ場所」に限らず、民謡や童謡の多くで木構造をとるリズムが繰り返されて曲が構成されている例がみられる。本稿では、木構造を持つ異なる音符数のリズムの集合をリズム木と呼ぶ。リズム木の例を Fig. 1 に示した。

さて、実際の楽曲では、本当にリズム木構造仮説が成り立っているのだろうか。それを検証するために、楽曲内のリズムパターン同士の親子関係 (Fig. 1 の各リズムのような関係) を調べたい。本稿では、オンセットに着目してリズムをビット列表現し、半順序関係により親子関係を調べることが検討した。

2.2 リズム木構造の定式化

2.2.1 オンセットに着目したリズムパターンの表現

ドラム楽器のリズムはオンセット (音が鳴り始めるタイミング) に最も依存していると思われる。例えば、子供が歌を歌う場合、発音タイミングと比較して音の長さが曖昧なことが多い。これらは、リズムにおいてオンセットが重要なことを示唆させる。オンセットと音符数に注目したリズム表現方法として、拍毎にオンセットの有無を1,0とするビット列を考える。これをリズムパターンと呼び、ビット数を N おく。具体例については、8分音符を最小単位とした、2小節分、 $N = 16$ の場合を考える。

例えば、Fig. 1 の枠内の1小節をリズムパターンで表記すると 01111101 となる。リズムパターンは、全て0の場合も考えれば N ビットで表現できる数の総数と同じで 2^N 通り存在する。リズムパターン X の i 番目のビットを x_i と書き、リズムパターン X の1のビットの個数をオンセット数と呼ぶことにする。以下、具体例では、八分音符を最小単位とした2小節分、つまり、 $N = 16$ のときを考える。

2.2.2 半順序関係による木構造の表現

リズムパターンが木構造をとる条件は、リズムパターン間の半順序関係を考えることで定式化できる。

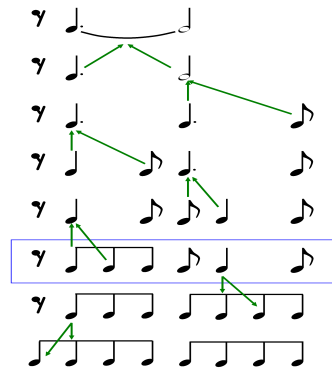


Fig. 1 Example of rhythm tree in [2].

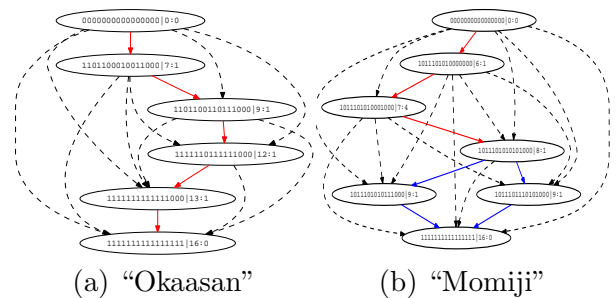


Fig. 2 Examples of analysis and visualization of rhythm structure. Each node has the form “rhythm pattern | number of onsets : number of appearances.” If $X \leq Y$ and $Y \leq Z$, the edge between X and Z is connected with dash arrow.

例えば、Fig. 1 の全てのリズムパターンは、より上のオンセット位置の全てを含んでいる。リズムパターン X, Y が $\forall i, x_i \leq y_i$ を満たすとき、つまり音符が細かく分岐していくとき、 $X \leq Y$ と書くことにする。同様に、 $x_i = y_i$ のとき $X = Y$ とする。これはリズムパターンの半順序関係であり、反射律 $\forall X, X \leq X$, 推移律 ($X \leq Y$ かつ $Y \leq Z$) $\Rightarrow X \leq Z$, 反対称律 ($X \leq Y$ かつ $Y \leq X$) $\Rightarrow X = Y$ を満たす。あるリズムパターン集合の全ての要素間に順序関係が定義されているとき、そのリズムパターン集合はリズム木である、ということが出来る。

2.3 楽曲解析

2.3.1 概要

2.2 節で定義した木構造のモデルを用い、楽曲中のリズム同士がどのような関係にあるのかを分析することができる。「1番と2番の同じ場所」[1] のような曲想が同じ2箇所のリズムパターンには半順序関係が定義される。リズムパターンを頂点、半順序関係を枝にとったグラフ構造で表現するとその様相を可視化することができる。そこで、実際の楽曲をリズムパターンで表現し、音符数、楽曲中の出現回数を数えて頂点とし、順序関係が定義されるリズムパターン同士に枝をつけることで解析を行った。楽曲中のリズムがある一つのリズム木が含むリズムパターンのみからなる場合、得られる結果は直線的になると考えられる。

*Musical analysis and rhythm-tree learning based on the rhythm tree hypothesis by NAKANO, Takuho, FUKAYAMA, Satoru, ONO, Nobutaka, SAGAYAMA, Shigeki (the University of Tokyo)

