

グループ構造と拍節構造を用いたドラム演奏初心者向けフィルイン変換

A Drum Fill Simplification Method based on Musical Structures for Beginners

佐藤航太

Kota Sato

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

E-mail:kota.sato.6k@stu.hosei.ac.jp

Abstract

In this research, a method convert difficult drum fills on scores is proposed for drum performance beginners. In the past research, conversion of drum patterns were carried out according to taste of listeners, but in this research, it was done from viewpoints of performers. We analyze group structure and metrical structure at fills, and created tree structure by referring GTTM(Generative Theory of Tonal Music). GTTM is proposed as a method to formally express intuition of listeners, and in tree structure, hierarchical structure are constructed according to relative importance of each notes. Since these hierarchical structure are more stable as going upward, fills become easier by using tree structure. Evaluation experiments using a small number of subject groups showed that converted fills by using our system are simpler than original one. Therefore, it is possible to partially apply GTTM to fills of drum performance and it is effective to simplify fills using tree structure.

1 はじめに

ドラムセットは多くのポピュラー音楽で用いられる楽器であるため、演奏技術を習得しようとする人も多く存在する。ドラムパターンは基礎的リズムパターンとフィルインの大きく二つに分けられる。基礎的リズムパターンとは、曲にリズムやビートを与える役割をもち、1~2小節程度で構成される一つのパターンを繰り返し演奏するものである。一方、フィルインはフレーズやメロディのつながりなどに挿入され、曲にアクセントを与えたり他パートに合図を出したりする役割を持っている。図1は、楽曲中で基礎的リズムパターンとフィルインがどのように現れるかを示している。中央と右下の四角で囲った部分がフィルインであり、その他が基礎的リズムパターンである。中央のフィルインはちょうどフレーズの変り目に当たり、曲の進行としてはAメロからBメロに移る部分である。注目してほしいのは、何回も繰り返している基礎的リズムパターンがフィルインの前後で変化していることである。

基礎的リズムパターンはいくつかの典型的なパターンを教本等で比較的容易に学ぶことができるが、フィルインは即興的な面があり種類が多く初心者には学習困難な面がある。

そこで、本研究では演奏困難なフィルインを入力とし類似する簡単なフィルインに自動で変換する手法を提案する。一般的には楽譜を目視しながら練習を行うことが多く、特に初心者にとっては演奏内容を視覚的に把握するために楽譜を必要とする



図1. 基礎リズムパターンとフィルインの例

と考えられるため、本研究では予め決定したフィルインを楽譜通りに演奏することを想定している。したがって、自由で即興的な演奏や楽譜から大きく逸脱して演奏することは対象としていない。

ドラムセットは複数の打楽器から構成される楽器で、単独の奏者がそれらを同時に演奏する。ドラムセットに使われる楽器の種類や数は楽曲のジャンルによって様々であり、奏者の好みなどの事情により変わることもある。本研究では、一般的なドラムセットによく用いられる、スネアドラム(Snare Drum:SD)、バスドラム(Bass Drum:BD)、ハイトム(High Tom:HT)、ロートム(Low Tom:LT)、フロアトム(Floor Tom:FT)、ハイハット・クローズ(Hi-hat Close:HHC)、ハイハット・オープン(Hi-hat Opwn:HHO)、クラッシュシンバル(Clash Cymbal:CC)、ライドシンバル(Ride Cymbal:RC)の計9種類の楽器を扱う。図2は、想定するドラムセットを示したものである。

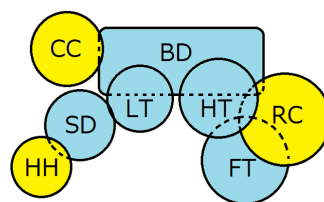


図2. 想定するドラムセット

2 フィルイン変換

フィルインとは楽曲において基礎的リズムパターンの演奏を繰り返す中でパターンの最後、もしくは楽曲内のフレーズの繋ぎ目に1~2小節程度で入れられる即興的な演奏のことを指す。楽曲内でのフィルインの検出については、近傍の小節に対する類似度を計算することによってフィルインか否かを判定する村上らによる研究がある[1]。これは、基礎的リズムパターンが繰り返し演奏されるのに対して、フィルインは繰り返し構造を持たないため近傍のパターンから大きく逸脱するという考えに基づいている。このことから、フィルインは基礎的リズムパターンと別に扱うことができると考えられる。

本研究では、フィルインが基礎的リズムパターンよりも難し

いと考えフィルインを対象とした簡易化に取り組んだ。簡易化は、フィルインに共通する抽象構造を取り出すことに相当する。異なるフィルインから重要度の低い音を減らすことによって同一のパターンが得られた場合、それは2つのフィルインを表現する共通する抽象構造が得られたといえる。フィルインは基礎的リズムパターンに比べ、種類が豊富であると考えられるがこのような抽象構造を取り出すことによって複数のフィルインを同時に表現することができ、これを学習することで初心者でもフィルインのバリエーションを増やすことができる。また、この抽象構造は、音を取り除く前のフィルインと比べ演奏難度が下がっていることは容易に想像できる。

今回フィルインの簡易化を行うにあたって注目したのが音楽理論 GTTM(Generative Theory of Tonal Music)[3] のタイムスパン簡約である。GTTM では新たな楽曲生成のために、調性音楽について人間の認知過程を踏まえて階層的に分析を行っている。特にタイムスパン簡約では、音の相対的重要度に応じた構造木を用いた簡約が行われ、これがフィルインの簡易化と類似していると考えた。構造分析は、グループ構造 (Grouping Structure)、拍節構造 (Metrical Structure)、タイムスパン簡約 (Time-Span Reduction)、延長的簡約 (Prolongational Reduction) の4つのサブ理論に基づいて行われる。グループ構造は、動機や楽節といった音楽的なまとまりのあるグループを作り、各グループの階層構造を決定する。拍節構造は、拍、拍子、小節などの時間的単位で等間隔に区切った各拍節レベルで強拍と弱拍を決定する。タイムスパン簡約では、グループ構造と拍節構造の分析結果を基に構造的に重要な音の選定を行いタイムスパン木を作成する。延長的簡約では、和声に基づく緊張・弛緩構造を分析する。各要素には、満たすべき条件や制約を記載した構成ルールと、構成ルールを満たす複数の構造の中から好ましい構造を示す選好ルールの2種類のルールがある。

GTTM に関する先行研究には、楽曲のグルーピング構造と拍節構造を自動で取得する浜中らによる研究がある [4, 5, 6]。グルーピング構造及び拍節構造の獲得にあたって、各ルールの適用結果の重み付け和から局所的なグルーピング境界の強さ及び拍点の強さを算出する。GTTM ではルールの適用に際して、アルゴリズムや優先順位が決められていないため、優先順位を決定する重みを導入し手作業で調整することで解決している。

もう一つの GTTM に関する研究として、ディスカッションマイニングに応用した三浦らの研究がある [7, 8]。この研究では、音楽理論は音の時系列を構文解析する技術であるとして、会議を発言の時系列とみなしている。会議で行われる議論を構文解析というアプローチに基づいて、重要発言を階層的に表現するタイムスパン木と展開性を表す延長木の自動生成を行っている。この自動生成では GTTM の各ルールをそれぞれ会議録を想定したものに置き換えている。しかし、これらのルールは局所的あるいは大局的なものや、ボトムアップあるいはトップダウンなものが混在しているため、ルールの適用順を考察する必要がある。ここでは、一つのグループに対し局所的なルールを適用し、次に、高次の境界の強さを算出し、もっとも強い境界でグループを2つに分類する。これを局所的境界がなくなるまで行った後、重要発言を選定するルールを適用して、最後にグループ内での重要発言をボトムアップに選定するという手順を踏んでいる。

3 フィルイン構造木を用いたフィルイン変換

本研究では、GTTM のタイムスパン簡約において、音の相対的重要度に応じて音数が段階的に減っていく様子がフィルインの簡易化と似ていると考え、GTTM をドラム演奏のフィルインに適用させた。GTTM を構成する4つの要素のうち木を作成するために必要となるグループ構造分析と拍節構造分析を実装し、それらの結果から音符の相対的重要度を考慮した構造木を作成した。図3は、グループ構造分析、拍節構造分析の結果及びそれらから作成した構造木である。グループ構造分析と拍節構造分析の実装の際には、構成ルールを満たすような結果が得られるように注意した。構造木の作成においては、各階層レベルの各グループ内で拍節構造に基づいて重要度が高い音を主要部とする支配関係を築いた。枝分かれの方向によってどちらが重要な音かを示しており、重要な音が先に来る場合は右枝分かれ、重要な音が後に来る場合左枝分かれになる。また、3音以上からなるグループでは主要部の両側に枝分かれする場合もある。木を用いた簡易化は、階層構造に基づいて低い階層レベルの従属部から削除することで実現する。

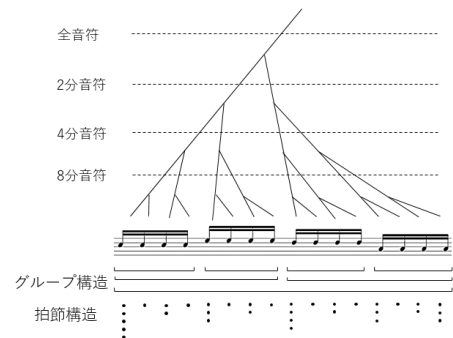


図3. グループ構造分析、拍節構造分析、及び作成した構造木

GTTM を応用したドラム演奏の分析では、フィルインに含まれる各音符の相対的重要度を階層的に表す構造木を作成する。GTTM は調性音楽を対象として作成されており、ドラム演奏のフィルインに応用する際、和音進行に関するルールなど適用できない選好ルールは除外した。ドラムセットにおいて、各楽器を便宜的にそれぞれ一つの音高として扱うことは可能であり、複数の楽器が同時に鳴っているときその組を一つの和音ととらえることはできるが和音進行を考えることはできないと考えたためである。他にも、ルールは除外しなかったアーティキュレーションに関するルールなどは限定的に適用した。

GTTM ではアーティキュレーションに関する明確な定義がされていないが、本研究ではスタッカート、レガートなどの楽譜上の演奏記号と解釈した。ドラム演奏において音価に関する演奏記号は意味を持たないため、アクセントのみを用いた。フィルインを表す構造木の作成では、先行研究に倣いボトムアップに局所的なグループ境界と拍点の強さを求め、トップダウンに階層構造を獲得した。なお、入力には MusicXML を用いた。

3.1 グループ構造

グループ構造は、楽曲をいくつかの音楽的なまとまりにした階層的な構造である。図4は、グループ構造獲得の手順を示したものである。具体的な手順としては、まず、グルーピング選好ルールのうち2つの音の間がグループの境界となるかどうかを判定する局所的なルールと2つ以上の音がグループを形成するかどうかを判定する大局的なルールを適用しグループ境界の強さを算出する。その後、グループ境界の強さの値が大きい箇

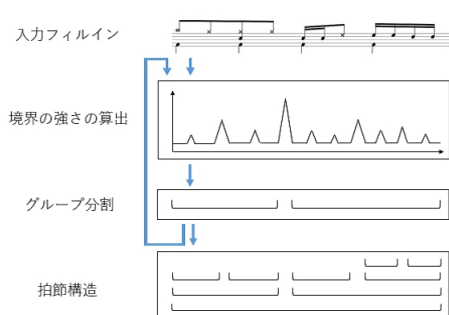


図 4. グループ構造分析の例

所でグループの分割を行う。ただし、GPR1 より音符 1 つで構成されるようなグループへの分割は避けなければならないため、そのような分割になる場合は次に強さの値が大きい箇所での分割を行う。この分割を再帰的に行うことで、階層的なグループ構造を獲得する。なお、再帰はグループ内に局所的境界の候補が見つからなかった場合に終了する。このように、ボトムアップにグループ境界の強さを求めるのは、GWFR1 の連続した構成要素のみがグループを形成できるというルールによる。局所的なグループ境界の強さの値が小さい箇所は同じグループとしてまとめるためである。また、グループ境界をトップダウン的に行うのは GWFR4, 5 によるものであり、グループがサブグループを含むとき、サブグループの一部を含まず、また、サブグループが交差しないようにするためである。

本研究では、グルーピング選好ルールとして、GPR2a, 2b, 3a, 3d, 5, 6 を使用した。GPR2a, 2b, 3a, 3d は局所的なルールであり、それぞれ消音時刻から発音時刻までの間隔、発音時刻、音高差、音価に関するルールである。n1, n2, n3, n4 がそれぞれ連続する 4 つの音符の 1 番目、2 番目、3 番目、4 番目を表すとする。n2n3 間の差が n1n2 と n3n4 間の差の両方より大きいときを 1、それ以外を 0 とするようなベクトルを算出した。GPR5, 6 は大局的なルールであり、それぞれ対称性、並行性に関するルールである。GPR5 はグループの分割が長さの等しい 2 つの部分からなるようグルーピングすることを優先する。本研究では、グループの端が 0、中央で最大となる関数として 2 次関数の最大値で正規化したものを用いた。正規化した理由は、グループの幅によって最大値の値が変化しないようにするためである。GPR6 は、グループ間で並行した部分を形成することができる 2 つもしくはそれ以上のグルーピングは並行性のあるグルーピングを優先する。本研究では、先行研究に倣い各拍にある音符の数、発音タイミングの一致率から拍単位で並行的なグループを検出した。

3.2 拍節構造

拍節構造は、拍、拍子、小節などの時間的単位で等間隔に区切った各拍節レベルで強拍と弱拍を決定する。各階層では、強拍は基準となる音価の 2 拍または 3 拍の同等な間隔をもつとされている。本研究では、フィルインを対象としており 1~2 小節程度の短い区間であることから、フィルイン内で拍節構造が変化することはないと仮定した。図 5 は、拍節構造獲得の手順を示したものである。最初に基準となる音価として 16 分音符での拍節構造解析を行う。拍節選好の選好ルールに基づいて算出した局所的な拍点の強さと予め用意した拍節構造の候補の最も適するものを選択する。その後再帰的に、8 分音符、4 分音符、2 分音符、全音符の階層で解析した。ここで用意した拍節構造の候補は、構成ルールを満たす構造すべてのことである。なお、用いた拍節選好ルールは、MPR3, 4, 5a, 5e であり、そ

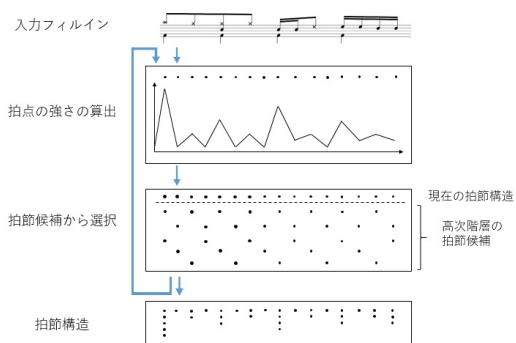


図 5. 拍節構造分析の例

れぞれ拍点、アクセント、相対的な音価、同一音高音の連続に関するルールである。MPR3 では、一つ前の階層で獲得した拍節構造と一致する点が 1、それ以外を 0 とするベクトルが得られる。なお、再帰の 1 番最初である 16 分音符の階層ではすべて 1 として扱う。MPR5 は、音の長さに関するルールであるが、GTTM では具体的に定義されていない。そこで本研究では、MPR5a において、MPR3 で一致した音の平均の音価よりも長い音が相対的に長い音であると定義した。また、MPR5e においては、同一音高音が続くときの一番最初の音を 1、それ以外が 0 となるようなベクトルを作成した。

3.3 構造木

GTTM のタイムスパン簡約では、ルールに基づいてタイムスパン木を作成する。タイムスパン木は、楽曲中の各音符の相対的な重要度に応じて階層構造が構築されており、上の階層に行くほど音楽的に安定的な部分を取り出すことができる。しかし、この音楽的に安定的な構造とは主に和音進行のことを指しており、そのままドラムパターンへ適用することは不適切である。そこで、本研究では、グループ構造分析と拍節構造分析の結果から、各グループにおいて最も重要な音をそのグループを代表する音として位置づけ、グループ内の他の音はそれに付随する音として支配関係を築き木を作成した。支配関係は必ず各階層において同一グループの隣り合う音同士で築かれる。

構造木作成の手順としては、まず、低い階層のグループ内で拍節構造分析の結果、強拍だと分析された音を主要部とした小さな木構造を作成する。次に、現在の階層の各グループで作成した小さな木構造を一つ上の階層の拍節構造分析の結果から組み合わせる。これを、繰り返す行うことで階層的な木構造を得る。構造木を用いた簡約は、低い階層レベルの従属部から順に削除していくことで行う。構造木は階層構造を持つため、段階的な簡易化を実現できる。図 6 は、作成した構造木を用いた段階的な簡易化の例である。なお、フィルイン簡易化としては、1



図 6. フィルインの段階的簡易化の例

段階的簡易化を行ったものを出力とした。これは 2 段階以上の

簡易化では音数が減りすぎてしまい、間を埋めるといったフィルインとしての役割を果たせないと考えたためである。

4 結果と考察

今回提案したフィルイン変換の手法を用いて楽曲から得たフィルイン 10 種と基本的なドラムパターン 6 種の簡易化を行った。グループ構造分析、拍節構造分析の結果は階層的で、構造木の階層構造はこれらと対応するよう忠実に作成した。構造木において、局所的には拍節構造が強く影響し、大局的にはグループ構造が強く影響しているのは、GTTM におけるタイムスパン木と同様である。これにより、フィルインの 1 段階の簡易化については概ね拍節構造に基づいて行われグループ構造があまり影響しないような結果となった。

システムで行ったフィルインの簡易化を評価するために予め手動で簡易化を行ったフィルインと比較した。なお、手動の簡易化は被験者の直感に基づいて元のフィルインの雰囲気を見失わないよう重要度が低いと思われる音を取り除いた。手動の簡易化は簡易化例の一つであり、元のフィルインの簡易化の唯一の正解ではない。ここで被験者の直感的な簡易化を比較対象としたのは、GTTM が調性音楽に対して経験に基づく人の音楽的直感を表現する手法として提案されたからである。

システムで簡易化を行った 10 種類のフィルインのうち 7 種類のフィルインについては元のフィルインと比べて妥当な簡易化であると判断できる結果であった。図 7 は、システムを用いて行った簡易化と予め行った手動での簡易化が完全に一致した例である。このフィルインで使用されている楽器は、HHO, SD, HT, LT の計 4 種類である。



図 7. システムと手動の簡易化結果が一致した例

複数のアクセントが異なる間隔で出現するフィルインで特に手動での簡易化とは異なる結果になった。図 8 は、その例である。拍節構造は強拍が等間隔に現れるような構造であると構成ルールで定められている。拍節構造の選好ルールにおいて、アクセントによって強調された音が強拍となるよう考慮されているが、アクセントが等間隔に出現するとは限らない。したがって、図 8 の手動のように強調された音を残したくても、分析された拍節構造と一致しないアクセントは削除されてしまう結果となった。構造木の作成の際に、アクセントによって強調された音を拍節構造分析の結果強拍と判定された音より優先して親にすることでより直感に近い簡易化となると考えられる。しかし、すべての階層レベルにおいて拍節構造の強拍よりアクセントによる強調が優先されると結論付けることはできないため、現在は拍節構造の結果のみに基づいて音の重要度を決めているが、パラメータによる調整などを行うべきである。

本研究では、フィルインに対する構造木のみを作成して簡易化を行った。GTTM は曲に対する構造分析をする理論であるため、フィルインに限らず適用範囲を広げることで精度向上が見込まれる。例えば、フィルインは、ボーカル、ギター、ベースなどの調性楽器と同じリズムパターンを持つ場合も多いため、調性楽器を対象として和音なども考慮した構造木に代替することが考えられる。ドラムの楽器を音高と見立てた場合の変化と調性楽器の音高変化では、調性楽器の場合の方がグループ構造



図 8. アクセントを多く含むフィルインの簡易化結果の比較

分析の結果がより聴取者の直感に近いものになる可能性がある。また、ドラム演奏の楽曲全体に適用することで、フィルインの前後の基礎的リズムパターンとの関係や難易度も含めた簡易化を行えるほか、グループ構造分析によって基礎的リズムパターンの繰り返し構造を明らかにすることによって基礎的リズムパターンとフィルインの判別にも利用できると考えられる。

5 おわりに

本研究では、調性音楽を対象とした音楽理論 GTTM をドラム演奏のフィルインに応用し簡易化を行った。その過程で、GTTM の要素であるグループ構造分析、拍節構造分析が和音構成に関するルールを見直すことで非調性楽器にも適用できることが示された。また、グループ構造分析、拍節構造分析の結果から相対的な音の重要度を考慮した階層構造をもつ構造木の作成を行い、この階層構造を利用してフィルインの段階的な簡易化を行った。今後、さらに聴取者の直感に近いフィルインの簡易化を実現するために、ルールの適用順を決定するパラメータの導入や構造木の作成の際にアクセントによって強調された音を拍節構造より優先させることなどがあげられる。

また、GTTM を用いたフィルイン変換の応用として、調性楽器への適用結果との併用が考えられる。さらにフィルイン以外の基礎的リズムパターンへも適用することによって、フィルインの前後の基礎的リズムパターンとの関係や難易度も含めた簡易化を行えるほか、グループ構造分析によって基礎的リズムパターンの繰り返し構造を明らかにすることによって基礎的リズムパターンとフィルインの判別にも利用できると考えられる。

参考文献

- [1] 村上優樹, 三浦雅展, “ポピュラー音楽で用いられるドラムパターンを対象としたフィルイン自動検出システムの開発”, 信学論.D, 情報・システム J92-D(9), 1456-1466(2009)
- [2] 村上優樹, 三浦雅展, “フィルイン情報を用いたドラムパート自動編曲の基礎的検討”, MA 研資, 28(5), pp.35 - 40(2009)
- [3] Fred Lerdahl, Ray Jackendoff, “A Generative Theory of Tonal Music”, The MIT Press(1983)
- [4] 浜中 雅俊, 平田 圭二, 東条 敏, “GTTM に基づく楽曲構造分析の実装: ルールを制御するパラメータの導入”, 情処学研報, 音楽情報科学, 2004-MUS-055, 41, 1-8(2004)
- [5] 浜中 雅俊, 平田 圭二, 東条 敏, “GTTM に基づく楽曲構造分析の実装: グルーピング構造と拍節構造の獲得”, 情処学研報, 音楽情報科学, 2004-MUS-056, 84, 1-8(2004)
- [6] 浜中 雅俊, 平田 圭二, 東条 敏, “音楽理論 GTTM に基づくグルーピング獲得システム”, 情処学論 48(1), 284-299(2007)
- [7] 三浦 寛也, 富樫 健太, 浜中 雅俊, 長尾 確, 東条 敏, 平田 圭二, “音楽理論を応用したディスカッションマイニングにおけるタイムスパン木と延長木の自動生成について”, 情処研報, デジタルコンテンツクリエーション, 2013-DCC-3, 10, 1-6(2013)
- [8] 三浦 寛也, 森 理美, 長尾 確, 平田 圭二, “音楽理論 GTTM に基づく議論タイムスパン木の生成方法とその評価”, 情処研報, 音楽情報科学, 2013-MUS-100, 32, 1-7(2013)