

# 音楽音響信号中の打楽器パターンの自動置換\*

角尾衣未留, 小野順貴, 嵯峨山茂樹 (東大・情報理工)

## 1 はじめに

今までの音楽鑑賞は、単に再生して受動的に楽しむだけのものではあったが、近年、各周波数帯域毎に音量を調整したり、音楽を加工しながら再生する等の能動的に鑑賞する為の技術が発展している。メロディーの加工は比較的専門的な知識を要するが、打楽器の加工は少ない知識でも容易に楽曲の雰囲気を変化させることが可能である為、今回我々は打楽器パターンの自動置換を目的とする。

従来の打楽器音加工に関する研究としては、多声音楽からバスドラムとスネアドラムを抽出する手法 [1] やドラムパートをリアルタイムに編集する音楽プレイヤー、Drumix [2] 等がある。後者は楽曲中のドラムパートを全く別のドラムの音色に置換したり編集することが可能であり、小節毎にランダムにドラムパターンを変化させながら再生させたり、気に入ったドラムパターンに固定して再生するなどの聴き方を楽しむことができる。

本稿では、このような音楽加工技術の一つとして音楽音響信号中に演奏される複数の打楽器パターンを認識することにより、楽曲の構造を保ちながらそれらのパターンそれぞれを好みの打楽器パターンに置換する手法を提案する。

## 2 打楽器パターンの自動置換

### 2.1 問題設定

打楽器パターンを置換する際にはメロディー等の調波音には出来る限り変化を与えたくないが、調波音と打楽器音が混在する楽曲において打楽器音のみを編集することは容易でないと考えられる。

また、楽曲中に演奏される打楽器パターン複数種類存在すると考えられる。特にポピュラー音楽の場合、サビの部分は楽曲中の山場である為他の部分の打楽器パターンと異なる、複雑で豊かな打楽器パターンが演奏されることが多い。そのため打楽器パターンを置換する際、単一の打楽器パターンを繰り返したりランダムに演奏するより、これらの楽曲構造を保存しながら各種の打楽器パターンそれぞれを置換する方がより自然に聞こえるであろう。

そのためこのような楽曲構造を推定する必要があると考えられ、その際には最適な小節への分割が行われていることが前提となるであろうから、その推定も必要となるであろう。

以上の問題は以下の三点のようにまとめられる。

- 楽音は調波音と打楽器音の混合であること
- 小節への分割が未知であること
- 複数の打楽器パターンによる楽曲構造の推定が必要であること

### 2.2 打楽器音と調波音の分離

一般に楽曲は打楽器音のみで演奏されることは稀で、調波音も含むことが多い。そのため、打楽器パターンを置換する際にはこれらを分離することが必要となるであろう。

打楽器音と調波音を分離する手法の一つとして宮本らの手法 [3] を利用することが考えられる。この手法は打楽器音と調波音それぞれが持つ一般的な音色の特徴：スペクトログラムの滑らかさの異方性を利用し、MAP 推定の枠組で各成分を推定する。この手法を用いて調波音と打楽器音を分離し、調波音に新し

Table 1 Sample design of a replacing rhythmic pattern.

Timing	Timbre	Volume
0	High-hat	0.8
0	Bass Drum	0.9
0.125	Low-tom	0.8
0.25	Snare Drum	0.8
...	...	...

い打楽器パターンを足し合わせることで、打楽器パターンを置換することが出来ると考えられる。

### 2.3 楽曲構造推定と小節への最適なセグメンテーション

上で述べたように、より自然な打楽器パターン置換を目指すには、最適な小節への分割と楽曲構造の推定が必要となる。これを実現する方法として、我々が開発した打楽器パターン抽出手法 [4] を利用することができる。

上述の打楽器音・調波音分離手法を用いて分離強調した打楽器音スペクトログラムに対し、適当な数の小節単位の初期打楽器パターンをテンプレートとして用意する。そして、One-pass DP 法 [5] によりそれぞれのテンプレートに対応する区間を推定し、それらを *k*-means クラスタリングアルゴリズムのようにクラスタリングして各クラスターの中心を再度テンプレートとして更新する、という反復推定を行うものである。

打楽器パターン置換には、この手法によって得られる最適な小節へのセグメンテーションと、各小節がいくつの打楽器パターンに対応するかというラベル情報を利用することが出来ると考えられる。

### 2.4 新しい打楽器パターンの作成

小節単位の打楽器パターンを作成する際は、その小節内で演奏される打楽器音の音色と、それぞれの演奏されるタイミング、それぞれの音量を指定すれば十分であると考えられる。

単一に録音された様々な打楽器音は事前に用意し、小節内で演奏されるタイミングを 0 から 1 までの実数で指定することで、それぞれの単一打楽器音信号を指定される時刻だけずらして足し合わせることで任意の打楽器パターンを作成することができるであろう。

また、それぞれの音量を、元々小節内で演奏されていた打楽器音の最大音量との相対的な量とすることで、オリジナルの打楽器パターンの音量変化を反映させることができると考えられる。つまり、間奏部分などメロディーを引き立たせるために打楽器音の音量を抑えている部分は置換後も自動的に音量を小さくすることが出来るということである。

このような打楽器パターンの設計の例を、Table 1 に挙げる。

### 2.5 打楽器パターン自動置換アルゴリズムの手順

以上の議論より、打楽器パターンの自動置換アルゴリズムを以下にまとめることができる。

- (i) 小節単位の打楽器パターンを Table 1 のように複数個作成しておく。

\* Automatic Replacement of Rhythmic Patterns in Acoustic Signals. by Emiru TSUNOO, Nobutaka ONO, and Shigeki SAGAYAMA, The University of Tokyo.

Table 2 Percentages of segments classified correctly.

Music	Correct Frames (%)
No.6 (Pop)	83.32
No.16 (House)	97.87
No.19 (Techno)	87.25
No.26 (Soul)	69.73

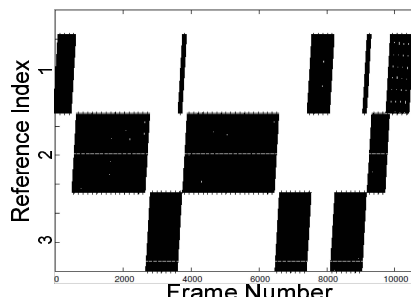


Fig. 1 The music structure in the form of a map of rhythmic patterns of a pop music (RWC-MDB-G-2001 No. 6).

- (ii) 手法 [3] により調波音と打楽器音を分離する。
- (iii) 手法 [4] により楽曲中の小節の最適なセグメンテーションと各種の打楽器パターンとの対応を得る。
- (iv) (ii) で分離された調波音の信号に (i) で用意しておいた打楽器パターンを (iii) に従って加える。

### 3 評価実験

#### 3.1 データセット

RWC 音楽データベース [6] の WAV ファイルを 22.05kHz、1ch 信号にダウンサンプリングしたものをを用いた。

#### 3.2 評価

まずは提案した楽曲構造解析と小節へのセグメンテーションアルゴリズムが人間が行うような打楽器パターン分類を実現できるかを評価する実験を行った。4 つの楽曲：RWC-MDB-G-2001 No. 6, No. 16, No. 19 と No. 26 について同じアルゴリズムを適用した。

まず、これらの楽曲に対して人手による打楽器パターンのラベル付けを行い、得られた正解ラベルと提案アルゴリズムによって推定されたセグメンテーションと分類とを比較した。正しく分類されているフレーム数の楽曲全体の割合を計算したものを Table 2 にまとめた。

少数のデータであるが基本的に提案アルゴリズムは人間が行うように分類できていると考えられる。

#### 3.3 実楽曲への適用

次に、提案した打楽器パターン置換アルゴリズムを実際の楽曲に適用した。まずは Table 1 のように適当な小節単位の打楽器パターンを複数個作成した。各打楽器音は同 RWC 音楽データベースの楽器音データベース内の WAV ファイルを利用した。次に楽曲構造解析と小節への最適なセグメンテーションを行い、その構造を保存しつつ打楽器パターンを置換した。

ポピュラー音楽：RWC-MDB-G-2001 No. 6 へ適用した結果を例として挙げる。楽曲構造解析と小節への最適なセグメンテーションの結果は Fig. 1 に示す通りであった。前奏はパターン 1 ではじまり、A メロ・B メロが同じ打楽器パターンで演奏され、サビ部分がパターン 3 であることが見てとれる。このような構造を保存しつつパターン 1,2,3 それぞれに対して 3

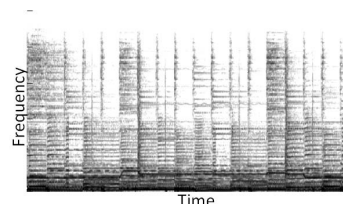


Fig. 2 Original spectrogram of a pop music (RWC-MDB-G-2001 No. 6).

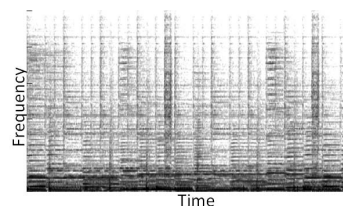


Fig. 3 Spectrogram of a pop music (RWC-MDB-G-2001 No.6) with replaced rhythmic patterns.

種類の異なる打楽器パターンを自動で置換した結果、オリジナルの楽曲 (Fig. 2) に対して打楽器パターン置換後の楽曲 (Fig. 3) が得られた。調波音成分を変化させることなく打楽器パターンのみを正確な周期で置換できていることが確認できる。

## 4 おわりに

本稿では音楽音響信号中の打楽器パターンを自動的に置換する手法について議論した。その際、打楽器音と調波音を分離し、打楽器音のパターンから One-pass DP 法と  $k$ -means クラスタリング法を組み合わせたアルゴリズムを用いて、最適な小節のセグメンテーションと打楽器パターンによる楽曲構造を推定した。これらの情報を用いて楽曲構造を保ったまま打楽器パターンを置換し、実際の楽曲に適用した。

今後の展開としては、ユーザーの望む打楽器パターンを簡単に作成し、容易に打楽器パターンを置換する為のインターフェースの開発が考えられる。また、小節へのセグメンテーションの際、打楽器音のみでなく、調波音の情報も用いることによってセグメンテーション精度を向上させることも考えられるであろう。

謝辞 本研究の一部は CrestMuse Project の支援を受けて行なわれた。

## 参考文献

- [1] Zils, A. *et al.*, “Automatic Extraction of Drum Tracks from Polyphonic Music Signals,” in Proc. of WEDELMUSIC, pp. 179–183, 2002.
- [2] 吉井他, “Drumix: ドラムパートのリアルタイム編集機能付きオーディオプレイヤー,” 情報処理学会インタラクティブ 2006 論文集, pp. 207–208, 3 月, 2006.
- [3] 宮本他, “スペクトログラムの滑らかさの異方性に基ついた調波音・打楽器音の分離,” 音講論 (春), pp. 903–904, 3 月, 2008.
- [4] 角尾他, “調波音・打楽器音分離手法を用いた音楽音響信号からのリズム特徴量の抽出,” 音講論 (春), pp.905–906, 3 月, 2008.
- [5] Ney, H., “The use of a one-stage dynamic programming algorithm for connected word recognition,” in Proc. of ICASSP, pp. 263–271, 1984.
- [6] 後藤他, “RWC 研究用音楽データベース:音楽ジャンルデータベースと楽器音データベース,” 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告, 2002-MUS-45-4, Vol. 2002, No. 40, pp. 19–26, 5 月, 2002.