

HMMを用いた伴奏リズムに合致するドラムパタンの自動生成

宮坂 和樹[†] 保利 武志[‡] 堀 松仁[‡] 嵯峨山 茂樹^{†‡}[†] 明治大学 総合数理学部 [‡] 明治大学 大学院先端数理科学研究科

1 はじめに

本稿では伴奏のリズムに基づいたドラムパタンの自動生成手法を提案する。ドラムトラックのない伴奏にドラムを付与するとき、様々な曲調の変化に対してドラムパターンも変化することが望ましいが、時系列的な変化を考慮したドラムパターンを付与する作業は単純ではない。ドラムパターンと伴奏を含めた自動作曲に関連する先行研究として Orpheus[1] が挙げられるが、ここでは予め用意された十数種類のドラムパターンからユーザがフレーズごとに自由に選択することでドラムパートを付与している。しかし複数フレーズを通して同一ドラムパターンが使われて多様性に欠けたり、伴奏のリズムにそぐわないフレーズが生成される場合がある。それに対し本稿では、ロック・ポップスにおけるドラムと伴奏リズムの関係に注目し、ドラムパターン生成を経路探索問題として定式化することで、より多様で違和感のないドラムパタンの推定が容易に行なえることを示す。

2 ドラム作曲・編曲時の困難

ドラム作曲・編曲時に生じる困難は次のように整理できる。

●問題1 ドラム、伴奏リズム間の不一致

1つ目の問題として、ドラムと伴奏リズムの間に違和感のあるフレーズが作られることが挙げられる。これは作曲理論及びリズムに関する理論を知らない初心者や、機械的なドラムパターン割り当てによって作られた楽曲において散見される。一例として、シンコペーションの意味が分かっておらず（または自動作曲のシステムが対応しておらず）ドラムと伴奏でアクセントの位置がずれているような場合がある。譜例と修正例を図1、図2に示す。



図1: シンコペーションの不一致 図2: 修正例

●問題2 時間の制約

2つ目の問題は、リズム理論の習得及び教育や理論に即した手動の手直しは時間がかかる点である。問題1で述べた問題に対する一般的な解決方法として、リズムに関する理論を習得し自分の手で曲を直すことが挙げられるが、正確な情報を集めることにコストがかかり、編曲の際にも多くの時間を要する。

●問題3 作曲フレーズの恒常化

3つ目の問題は、リズム理論を習得して作曲に慣れてもフレーズが恒常化する場合があることである。

3 HMMによるドラム作曲の定式化

3.1 ドラム作曲のモデル

伴奏リズムを入力とし、リズム理論に適いランダム性も持つドラムパターンを自動生成することで、2章で挙げた問題を解決した。ロック・ポップスはドラム、伴奏リズムと根音（本研究ではベース）、和音、旋律、歌詞が順に重ねられて作曲できる。ドラムは最初にタイム（テンポ）とフィールを提示する役割を担っており、ベースはリズムに関してドラムを根拠とする。また、ドラムは自身が提示したリズムに従って次時点のパターンを決める。これらよりドラムを隠れ状態、ベースのリズムを観測として隠れマルコフモデル（HMM）として捉えることができる。尚、計算量を削減するため、本稿ではこれらのうち8ビート、ストレートフィールに限定してパラメタ推定を行う。

“Automatic Generation of Drum Patterns from the Accompanying Rhythm Using HMM”

by Kazuki Miyasaka[†], Takeshi Hori[‡], Matsuto Hori[‡], and Shigeki Sagayama^{†‡},

[†]School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University, 164-8525 Nakano, Tokyo.

{ev50572, cs172015, hori, sagayama}@meiji.ac.jp

3.2 HMM で用いるパラメタの設定

遷移確率及び出力確率は既存の楽曲の MIDI ファイルからドラムとベースの発音タイミングを抽出し、各パターンの登場回数を数え上げることで出力確率と遷移確率を設定する。その後、Viterbi アルゴリズムを用いて最尤経路を計算することでパラメタ推定を行った。HMM における各パラメタは次のように計算した。

$$\pi_{D_n} = \frac{\text{先頭の状態が } D_n \text{ の曲数}}{\text{全曲数}}$$

$$a_{D_m(t-1), D_n(t)} = \frac{D_m(t) \text{ から } D_n(t+1) \text{ に遷移した回数}}{\text{任意の } D_m(t) \text{ から } D_n(t+1) \text{ に遷移した回数}}$$

$$b_{D_n(t), A_m(t)} = \frac{D_n(t) \text{ から } A_m(t) \text{ を出力した回数}}{D_n(t) \text{ の出現回数}}$$

$$\pi, a, b = \arg \min_{\pi, a, b} \prod_{t=1}^T \pi_{D_n} a_{D_m(t-1), D_n(t)} b_{D_n(t), A_m(t)}$$

ここで、 $D_n(t)$ は時刻 t でのドラムの状態 (グループ) 番号、 $A_n(t)$ は時刻 t でのベースリズムの状態、 π_{D_n} は先頭の状態がグループ n である確率、 $a_{D_m(t), D_n(t+1)}$ はドラムのグループが m から n へ遷移する確率、 $b_{D_n(t), A_m(t)}$ はドラムがグループ n のときにベースのグループが m となる出力確率である。但し、 $1 \leq t \leq T$ (T はフレーズ長)、 $m, n = 0, 1, 2, 3, 4$ とした。

3.3 状態のグループ化

状態は2拍ごとに区切ったリズムを用いる。2拍の中の強拍位置と各音のアタック位置が分かればビートの種類とシンクペーションに対応できるからである。ドラムの状態は図3に示したように5つにグループ化する。但し、oを発音必須、xを発音任意、_を発音不可、各記号1つの長さを16分音符とする。

4 評価実験

本システムが2章で挙げた問題に対して有用であるかの評価実験を行った。

4.1 実験方法

ドラム演奏経験者8名にアンケートによる主観評価実験を行った。評価対象の楽曲はOrpheusを用いて作られた楽曲のうち、本研究の条件を満たすフィルのものから選択した。既に付与してあるドラムパターンを用いた音源と本システムで生成したパターンを付与した音源を比較して違和感の小さい方を5段階評価で選択するようにした。加えて、伴奏に合わせてドラムパターンが変化しているかを5段階評価で調査した。同時に

2拍グループ(8ビート, ストレートフィール)

グループ1 Sn oxxx oxxx Sn oxxx oxxx
 BD xox xxxx 又は BD xxxx xox
 Sn oxxx oxxx Sn oxxx oxxx
 又は BD xxxo xxxx 又は BD xxxx xxxx
 グループ2 Sn oxxx oxxx
 BD x_ox x_ox
 グループ3 Sn _xxx oxxx Sn _xxx oxxx
 BD xxxx xxox 又は BD xxox xxxx
 グループ4 Sn _xxx oxxx Sn _xxx oxxx
 BD oxxx xxxx 又は BD oxox xxxx
 グループ0 他

図3: ドラム2拍(隠れ状態)のグループ分け

自由記入欄にも意見を記入できるようにした。また、2章の問題2に関しては本システムで生成したドラムパターンと同じパターンを作曲ソフトを用いて作成するのに要した時間を計測し比較した。

4.2 実験結果と考察

主観評価実験の結果、本システムを用いることで違和感が小さく多様性に富んだドラムパターンを生成できるという結果が示された。中でも多様性に関しては高い評価を得た。また、楽譜書き換えに要する時間は5時間程度短縮できたことから時間を短縮できることも示された。しかし、図3のグループ0(フィルイン)に関しては音数が多いパターンと少ないパターン等、さらに詳細なグループに分割すべきという意見も得られたため、今後更なる検討が必要である。また、本研究ではフィールを限定しているため、異なるフィールの楽曲についても扱えるようにフィールの推定に関する研究も併せて進めていくことが求められる。

5 おわりに

本稿では、伴奏のリズムに基づいた多様なドラムパターンの自動生成手法を提案した。実験結果から多様性、時間短縮の両面で有用性を示した。

謝辞 本研究はJSPS 科研費17H00749の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 深山覚, 中妻啓, 米林裕一郎, 酒向慎司, 西本卓也, 小野順貴, 嵯峨山茂樹ほか. Orpheus: 歌詞の韻律に基づいた自動作曲システム. 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol. 2008, No. 78 (2008-MUS-076), pp. 179-184, 2008.