

ポピュラー音楽で用いられるドラムリズムパタンのフィルイン自動検出法

村上 優樹* 三浦 雅展**

*龍谷大学大学院 理工学研究科 情報メディア学専攻

**龍谷大学 理工学部 情報メディア学科

概要

現在、一般に広く普及しているポピュラー音楽では様々なドラムリズムパターンが用いられることが多い。このドラムリズムパターンは、大きくは「基本リズムパターン」と「フィルイン（メロディーとメロディーの空白部分を埋めるための即興的なパターン）」とに大別されるが、それらを客観的に分類する判定基準はこれまでに示されていないのが現状である。そこで本稿では、記号情報、すなわち MIDI 楽曲を解析対象とし、近傍との類似度を用いることによるドラムリズムパタンのフィルイン自動検出法を提案する。評価実験より、提案手法の有効性を示すと共に改善点についても述べている。さらに、本手法を可視化アプリケーションとして実装しており、MIDI 楽曲の再生や演奏情報の可視化、及びフィルイン小節の提示などの機能も実装している。

Automatic classification of "Fill-in pattern" of drum-rhythm patterns employed in popular music

Yuki MURAKAMI* and Masanobu MIURA**

* Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University

** Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

Abstract

Various styles of drum rhythm pattern are often used in popular music. Drum rhythm patterns are roughly classified into "basic rhythm pattern" and "Fill-in pattern". Fill-in pattern is said to be improvised patterns to fill blanks between accompanied melodies. However, the criterion to objectively classify them has not been reported before. Proposed in this study is a classification method based on similarity in neighborhood. Proposed method deals with symbolic representation such as MIDI data. Each one-bar length of the given music is evaluated as either "basic rhythm pattern" or "Fill-in pattern". Therefore, characteristics of sequences of drum rhythm pattern are obtained. This application has a playback function of the MIDI data, a visualization function of performance information, and a function coloring the fill-in pattern in the window.

1. はじめに

ポピュラー音楽において、楽曲の基盤となるリズムを形成する代表的な楽器として、ドラムスが挙げられる。このドラムスの演奏から生み出されるリズムパターン(以後、ドラムリズムパターン)は、楽曲全体のリズムに関する特徴の決定に大きく寄与することから、楽曲を構成する重要な要素を持つと言える。ドラム演奏に注目した先行研究として、Daniel らは、ドラムリズムパタンのビートを用いた音楽ジャンルへの自動分類を試みている[1]。楽曲の音楽ジャンルなどの特徴は、楽曲が持つ音楽的文脈に依存した複数の解釈が可能であるため、最適な解釈を導くのは容易ではない。ここでは、その 1 つのアプローチとして、ドラムリズムパタンの役割に焦点を当てる。このドラムリズムパターンは、大きくは「基本リズムパターン」と「フィルイ

ン」に分類される。フィルインとは、メロディーとメロディーの空白部分を埋めるための即興的なパターンを意味する。一方、基本リズムパターンとは、フィルイン以外の同じような一定のパターンを繰り返し用いられるパターンを指す。しかし、それらを客観的に分類する判定基準はこれまでに示されていないのが現状である。そこで本研究では、ドラムリズムパターンを基本リズムパターンあるいはフィルインに自動分類するための手法を提案する。提案手法による分類処理の概要を図 1 に示す。



図 1 提案手法による分類処理の概要

2. 本研究の概要

2.1 ドラムの概要

一般的に言われるドラムとは、正式にはドラムセットあるいはドラムスなどと呼ばれ、数種類の太鼓（ドラム）やシンバルなどの打楽器から構成される。一般的なドラムセットの構成と各打楽器の名称を図2に示す。図2に示す構成が、音楽ジャンルや奏者の技術レベルによらない、ドラムセットの中でも比較的一般的に用いられているものである。本稿ではそれを拡張し、図3のようなドラムセットの構成を想定している。図3に示す構成を想定している理由として、楽曲内にてフィルインで用いられる打楽器の種類は数多く、図2に示した一般的なドラムセットの構成では打楽器の種類が不足してしまうパターンも少なくない。そのため、本研究では、GM(General MIDI)で定義されているドラムの音色名を基に、楽曲にて比較的多く見られる打楽器を複数加えた図3のようなドラムセットを想定する。

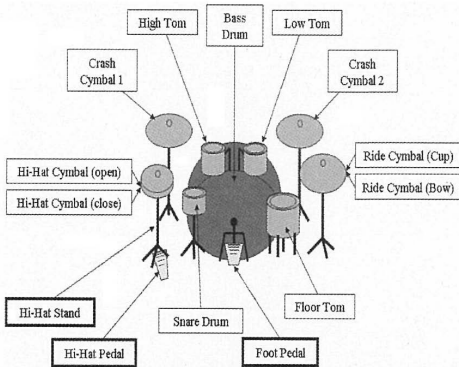
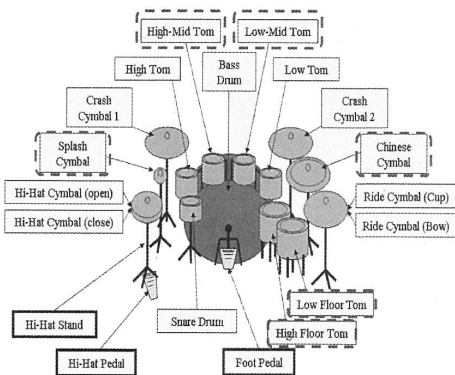


図2 一般的なドラムセットの構成



※ 破綻線：図2と比較し、追加した打楽器

図3 本研究で想定するドラムセットの構成

2.2 解析対象とするMIDIデータの概要

本研究では、対象を音響信号ではなく記号情報、すなわちMIDI形式に従って作成された楽曲を解析対象とする。ただし、通常のSMF(Standard MIDI File)フォーマットではなく、ヤマハ株式会社独自の規格であるXFフォーマット[2]を用いる。楽曲の再生に必要最低限の情報のみを持たせたSMFとは異なり、XFフォーマットではギターのコードフォーム情報などが含まれ、楽曲の解析を行なう本研究において有用であると判断した。

対象とする楽曲データには、ドラム以外の楽器による演奏情報も含まれるが、本研究ではドラムの演奏情報に限定して解析を行なう。すなわち、MIDI形式の楽曲から抽出する演奏情報はドラムパートの楽器情報と打叩時刻のみとしている。楽器情報とは、バスドラムやスネアドラムなどの、想定するドラムセット内の各打楽器の名称を表す。MIDIでは、楽器情報をノートナンバーから特定することができるため、これらの情報を用いることにより、楽曲に用いられたドラムリズムパタンの再現をすることが可能となる。また、本研究において一対の楽器情報と発音時刻情報を持ったものを音イベントと呼ぶことにする。そして、対象とする楽曲の拍子は全て4/4拍子とし、4/4拍子で構成された1小節をドラムリズムパタンの最小単位とする。

2.3 「代表ノートナンバー」の導入

MIDIでは、同じ打楽器でも音色や奏法の違いにより、別々のノートナンバーが割り当てられている場合がある。例えば、バスドラムにおいては、打楽器の材質などによって音色が異なるため、Acoustic Bass DrumやBass Drum 1のようにノートナンバーがそれぞれ個別に設定されている。しかし、ドラムセット内におけるバスドラムとしての演奏上での役割は同じであると考えられるため、譜面上では同じように扱われることになる。そのため、本研究では複数のノートナンバーを持つ単一の打楽器は、あらかじめ特定の「代表ノートナンバー」を決めておき、同じものとしてまとめて扱うこととする。まとめられる側の楽器群を「包含ノートナンバー」と呼ぶことにする。それらの関係を表1に示す。

解析対象とする楽曲データはXFフォーマットに従って作成されているため、ノートナンバーと打楽器の名称の対応はXGフォーマット[3]の最も標準的なものに準拠させた。XGフォーマットでは、「バンク」という分類があるため、GMで規定される128種類よりも多くの音色を持つが、想定する

表1 各打楽器の「代表ノートナンバー」と「包含ノートナンバー」の対応関係

サブグループ	打楽器の名称	代表ノートナンバー	包含ノートナンバー
Top (シンバルグループ)	Hi-Hat Cymbal(Open)	46	
	Hi-Hat Cymbal(Closed)	42	
	Crash Cymbal2	57	
	Crash Cymbal1	49	
	Ride Cymbal(Cup)	53	
	Ride Cymbal(Bow)	51	51,59
	Splash Cymbal	55	
Middle (タムグループ)	Chinese Cymbal	52	
	High Tom	50	
	Hi-Mid Tom	48	
	Low-Mid Tom	47	
	Low Tom	45	
	High Floor Tom	43	
	Low Floor Tom	41	
Bottom (基本グループ)	Snare Drum	38	31,38,40
	Bass Drum	36	33,35,36

ドラムセットの打楽器の種類のみを判定する場合、考慮すべき点はノートナンバーのみで十分である。なぜなら、任意のノートナンバーに対し、「バンク」を変更することで音色も変更されるが、基本的に楽器は同一種類に固定されるためである（例えば、Kick Short と Kick Dry Mute など）。また、打楽器の名称は本研究で扱いやすくするため、XG フォーマットで定義されている音色名を図3内に示す名称に対応させ、ラベリングし直している場合がある（例えば、Ride Bell を Ride Cymbal(Cup)に変更）。本稿では、表1に示す16個の打楽器に関する演奏情報をドラム演奏から抽出するパラメータとする。

2.4 サブグループの概要

本研究では、図4のようにドラムリズムパターンを3つのサブグループの集合として表現する。具体的には、バスドラムとスネアドラムから構成される基本グループ、フロア・タムなどタムタムで構成されるタムグループ、クラッシュシンバルやハイハット・シンバルなどで構成されるシンバルグループの計3つのサブグループとする。3つのサブグループそれぞれに割り振られる各打楽器の詳細を表3に示す。バスドラムとスネアドラムは、ドラムリズムパターンの中でも出現頻度が高く、ドラムリズムパターンの特徴を決定する要因であることから基本グループとまとめた。6種類のタムタムに関して、これらの打楽器を含むドラムリズムパターンは、特にフィルインの性質を持つことが多いことからタムグループとして1つにまとめた。そして、それ以外の8種類のシンバルをシンバルグループとして1つにまとめた。以上のようにグルーピングを行ない、これら3つのサブグループの集合としてドラムリズムパターンを表現する。

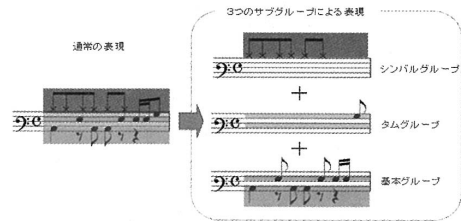


図4 サブグループの概要

3. 提案手法の前処理

提案手法では、あらかじめ楽曲データが持つドラムパートの演奏情報を XF フォーマットで定義される音楽ジャンル情報に基づき、29タイプに分類しておく。楽曲データ5234曲に対して分類した結果を表2に示す。分類された楽曲の演奏情報から小節ごとにドラムリズムパターンを抽出し、クオンタイズ処理などを行ない、データベースに格納していく。以降、この前処理の詳細について述べる。単一の楽曲におけるドラムリズムパターの抽出の流れは図5のようになる。

表2 ジャンル表[2]

ジャンル名(英文字)	ジャンル名(日本語)	楽曲数
Ballroom	社交ダンス音楽	10
Blues	ブルース	6
Bossa-Samba	ボサノバ, サンバ	1
Children's Song	子ども向け音楽, 童謡	144
Christmas-Hymn	クリスマス向け音楽, 聖歌	9
Classical	クラシック音楽	0
CSW	カンタベリー, ウェスタン	9
Dance	ダンス音楽, ディスコ	20
Easy Listening	イージーリスニング	0
Folk	フォークソング, 民謡	15
Jazz-Fusion	ジャズ, フュージョン	1
J-Enka	日本の演歌	292
J-Folk-GS	日本のフォークソング, ガルパサウンス	37
J-Pop	日本のポップス	3779
J-Kayokyoku	日本の歌謡曲	98
J-Min'yō	日本の民謡	25
Latin	ラテン音楽	2
March	マーチ	0
NewAge	ニューエイジミュージック	0
Reggae	レゲエ	5
Rock	ロック	244
Rock'n Roll-R&B	ロックンロール, リズム&ブルース	12
Pop	ポップス	470
Soul-Funk	ソウルミュージック, ファンク	17
Soundtrack	映画音楽	15
Standard	スタンダードナンバー	27
Techno	テクノ	3
World	ワールドミュージック, 民謡	2
Other	その他	9
合計	-	5234

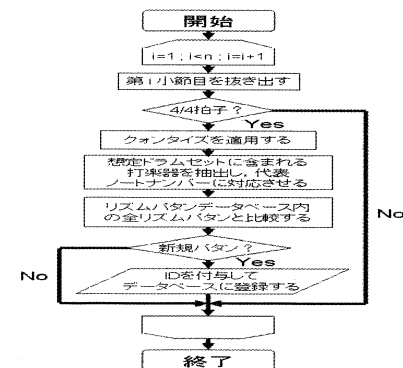


図5 単一の楽曲におけるドラムリズムパターの抽出に関する流れ

3.1 拍子情報に基づいた選出処理

各々の音楽ジャンルに分類された楽曲の演奏情報からドラムリズムパタンの抽出を行なう。ただし、本研究においては、4/4 拍子で構成された1つの小節を最小単位としたドラムリズムパターンを扱うため、2/4 などの他の拍子で構成されるドラム演奏情報は抽出しないものとした。楽曲内に変拍子が存在する場合も、同様に考慮の対象から外した。すなわち、4/4 拍子で構成されたドラムリズムパターンが出現した場合は抽出を行ない、4/4 以外の拍子で構成されたドラムリズムパターンが出現した場合は抽出を行わない。この動作を単一の楽曲においてその楽曲の終端まで行ない、全ての楽曲においてその処理を繰り返した。

3.2 クォンタイズ処理

単一のドラムリズムパターンが抽出されると、クォンタイズ処理を適用する。MIDI において4分音符の時間長を示す分解能は96, 384, 480などの単位が一般的であるが、楽曲によって異なるため、異なる楽曲におけるパタンの比較を行なう場合は分解能を統一する必要がある。そのため、本研究においては分解能を1920として扱い、全楽曲について分解能1920で書き直す。その後、分解能240（楽譜上の32分音符までの精度）の精度でクォンタイズ処理を適用する。比較処理の際、発音時刻が微小に異なる場合であっても、同一のドラムリズムパターンと判定できるため、ドラムリズムパタンの総出現数を抑えることができる。これによって、わずかに異なるドラムリズムパターンが複数列挙される可能性のない効率的な比較が可能となる。

3.3 ドラムリズムパタンの登録処理

クォンタイズ処理を適用後、データベースに格納された全てのドラムリズムパターンと比較を行なう。データベース内に完全一致するドラムリズムパターンが存在しない場合、つまり抽出したドラムリズムパターンが今までに出現していない新規のドラムリズムパターンであった場合にのみ、新規パターンとしてデータベースに格納する。比較処理は各音イベントの楽器情報および打叩時刻によって行なう（ヴェロシティは用いていない）。登録の際、各ドラムリズムパターンに対してIDの付与を行なうことで、IDから特定のドラムリズムパターンを一意に決定することができ、ドラムリズムパターン検索時に有効に働く。

4. 提案手法における判定処理

提案手法では、任意の長さ n の小節区間における j 番目の小節をそれぞれ基準とした平均マッチ数 m_j を求める。平均マッチ数 m は、区間内の j 番目を除く全ての小節とのマッチングを行ない、マッチングにより得られたスコアを平均したものを指す。ここで言うマッチングは、サブグループ間の比較において、楽器情報と打叩時刻が同一であれば加算し、そうでなければスコアの増減を行なわない。比較するサブグループが完全に同一であれば1、完全に異なれば0として数値で扱う。当該楽曲内における i 番目の小節に含まれるドラムリズムパターン P_i は、サブグループ S_{i1}, S_{i2}, S_{i3} から構成されるため、式(1)のようになる。

$$P_i = S_{i1} + S_{i2} + S_{i3} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \text{式(1)}$$

そして、マッチング処理 $F_{match}()$ を式(2)のように表す。

$$F_{match}(P_j, P_k) = \sum_{l=1}^3 \begin{cases} 1 & (S_{jl} = S_{kl}) \\ 0 & (S_{jl} \neq S_{kl}) \end{cases} \quad \text{式(2)}$$

このマッチング処理 $F_{match}()$ を長さ n の小節区間において、各小節 j から区間内の j 番目を除く全ての小節 $k (i \leq k \leq i+n, k \neq j)$ と $n-1$ 回の比較を行ない、平均を求めたものが平均マッチ数 m_j となる。つまり、平均マッチ数 m_j は式(3)で求められる。

$$m_j = \sum_{k=i}^{i+n} \frac{F_{match}(P_j, P_k)}{n-1} \quad (n > 1) \quad \text{式(3)}$$

各小節の平均マッチ数 m を長さ n の小節区間内において求めた平均をフィルイン候補の閾値 t_i とし、式(4)を表す。

$$t_i = \sum_{j=i}^{i+n} \frac{m_j}{n} \quad \text{式(4)}$$

平均マッチ数 m がこの閾値 t_i 未満の小節に対して、フィルイン候補とする。つまり、式(5)を満たす小節 j に対してフィルイン候補とする。

$$m_j < t_i \quad \text{式(5)}$$

また、フィルイン候補と判定した回数は、小節ごとにフィルイン候補度として蓄積しておく。これまでの判定処理の流れを $n=4$ とした場合の例を図6に示す。この長さ n の小節区間内においてフィルイン候補を検出する処理を楽曲の終端まで行なう。そして、フィルイン候補度が n を満たす小節に対してフィルインと判定し、フィルイン候補度が n を満たさない小節に対して基本リズムパタ

と判定する。ただし、 n 小節区間を維持できない小節に関しては、区間長を短くして比較を行なう。 n を 4 とした場合、1, 1-2, 1-3 小節などがこれに該当する。また、楽曲の冒頭と終端にはいくつか例外処理を行なう。両端における 2 バタンの比較では、マッチ数が 1 以下ならフィルイン候補とする。なぜなら、2 バタン間の比較においては、平均マッチ数は同一の値となり意味をなさない。そのため、あらかじめ基準を設けておく。冒頭と終端の小節に対し、その他の小節と比較した場合に比較回数が少なくなるため、あらかじめそれぞれにフィルイン候補度を 1 加えておく。これらにより、全ての小節に対して、フィルイン候補度が n を満たす可能性が保持される。フィルイン判定までの処理の例を図 7 に示す。

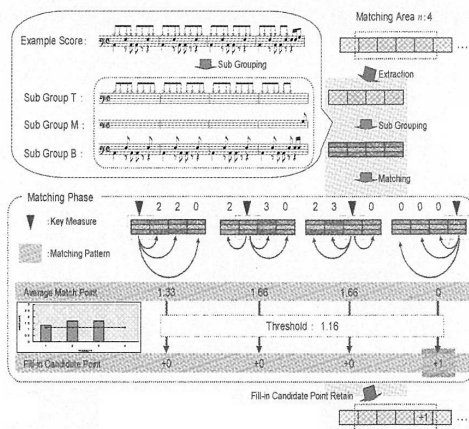


図 6 判定処理の例その 1

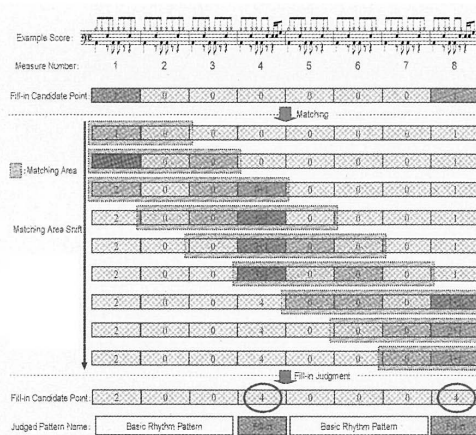


図 7 判定処理の例その 2

5. アプリケーションへの実装と評価実験

提案手法を可視化アプリケーションとして実装した。この可視化アプリケーションは、MIDI 楽曲が与えられた時、その楽曲の各小節に対して基本リズムボタン、あるいはフィルインの提示を行なう。また、ドラムパートの演奏情報の可視化を行なうことにより、再生楽曲のドラムリズムボタンの細部を伺うことができる。これにより、ユーザは楽曲を聴取するだけでなく、楽曲のドラム演奏を視覚的に捉えることが可能となる。可視化アプリケーションの外観を図 8 に示す。

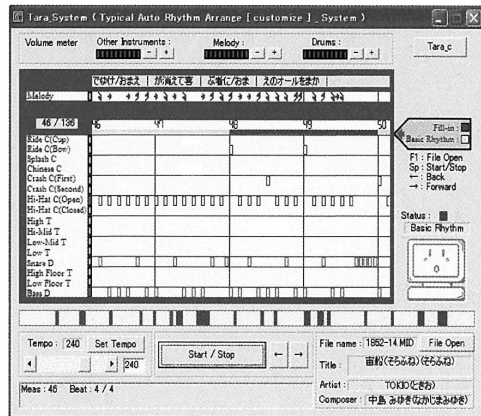


図 8 可視化アプリケーションの外観

5.1 実験環境

本実験では、10 人の被験者に対してフィルインの判定を行なわせた。その内、5 人はアマチュアドラム奏者 (D1~D5) であり、演奏経験年数はそれぞれ 6 年、3 年、2 年、8 年、3 年である。それ以外の 5 人に関しては、ドラムに関して特別な知識や演奏経験がない、つまり非ドラム奏者 (N1~N5) である。本研究では、ドラムの演奏経験がある被験者をドラム奏者、演奏経験がない被験者を非ドラム奏者と呼ぶことにする。

10 人の被験者には、フィルインに関する知識の有無に関わらず、実験の冒頭にフィルインに関する簡単な説明映像を見せ、フィルインに関する基本的な説明を行なった。また、本実験においては、判定をフィルインが含まれる小節、つまり 1 小節を最小単位として判定を行なわせた。実験に用いた楽曲は、音楽ジャンル「J.Pop」に分類される 3779 曲のうち、ランダムに抽出した 10 曲を対象とした。また、楽曲は被験者が納得のいくまで何度でも聴いてもらい、判定のやり直しを許可した。

5.2 実験結果と考察

提案手法の判定能力を評価するために、適合率、再現率、そして F 値 (F-measure) という尺度を用いる。提案手法と被験者が一致したフィルイン数を H 、提案手法が判定したフィルイン数 S をとすると、適合率 P は式(6)で表される。

$$P = \frac{H}{S} \quad \text{式(6)}$$

提案手法と被験者が一致したフィルイン数を H 、被験者が判定したフィルイン数を T とすると、再現率 R は式(7)で表される。

$$R = \frac{H}{T} \quad \text{式(7)}$$

これらの指標、適合率と再現率は一般に反比例の関係にあり、それらの調和平均をとったものが F 値であり、式(8)で表される。

$$F \text{ 値} = \frac{2PR}{P + R} \quad \text{式(8)}$$

ドラム奏者の判定結果を正解とした場合の被験者と各手法における F 値をグラフ化したものを図 8 に示す。横軸は被験者あるいは手法を表し、縦軸は F 値を表す。ここでは、50% の割合でフィルインと判定する手法を 50R、楽曲の周期性を少し考慮した 25% の割合でフィルインと判定する手法を 25R、提案手法を S とする。図 9 より、手法 50R、手法 25R よりも提案手法 S は判定精度が高いことが確認でき、提案手法はある程度の音楽的文脈を考慮してドラムリズムパタンの分類を行なえていることが考察できる。よって、性能評価実験の結果から提案手法がドラムリズムパタンの分類において有用であることが示唆された。

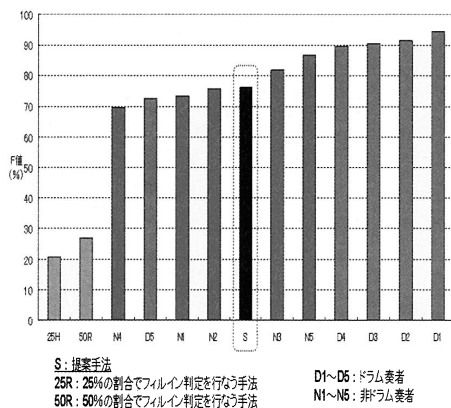


図 9 ドラム奏者の判定結果を正解とした場合の被験者と手法の F 値

6. まとめと今後の予定

本稿では、MIDI 形式の楽曲データからドラム演奏情報を解析し、フィルインを自動検出する手法を提案した。そして、評価実験を通じて提案手法がドラムリズムパタンの自動分類に有効であることが示唆された。また、提案手法を可視化アプリケーションとして実装し、実際に使用してもらった被験者からのアンケート結果から、アプリケーションが実装したフィルイン小節の提示方法は、専用の知識を必要としないという点からユーザにとって非常に効果的であったと考えられる。

今後の課題として、自動分類手法の精度向上のために音楽ジャンルごとの特徴を考慮する必要がある。また、可視化アプリケーションを実際に使用してもらった意見から、アプリケーションが持つユーザビリティ面やエンターテインメント性が高く評価された。今後はドラム練習支援システムや楽曲の様々な情報提示機能を実装した MIDI プレイヤーなどへの応用が考えられる。また、本研究で作成したドラムリズムパターンデータベースを利用することにより、音楽的文脈を考慮したドラムリズムパターン自動生成システムなども考えられる。

謝辞

本研究を進める上で貴重なご意見をいただき、日頃より多方面でご指導いただきました本学三浦雅展講師に感謝します。本研究の一部は文部科学省のハイテク事業による私学助成を得て行なわれた。

参考文献

- [1] Daniel P.W. Ellis and John Arroyo, "Eigenrhythms: Drum Pattern Basis Sets For Classification And Generation," In Proc of ISMIR 2004, pp.554-559.
- [2] YAMAHA(株), "XF フォーマット仕様書 (V 2.03)", <http://www.yamaha.co.jp/product/syndtm/read/aoyama/pdf/xfspc.pdf>, 2000.
- [3] YAMAHA(株), "XG フォーマット仕様書 (V 1.35)", http://www.yamaha.co.jp/product/syndtm/read/aoyama/xgspec/pdf/xg_v135_j.pdf, 2000.
- [4] 梶克彦, 長尾確, "楽曲に対する多様な解釈を扱う音楽アノテーションシステム," 情報処理学会論文誌, 48, 1, pp.258.273 (2007).
- [5] 後藤真孝, "リアルタイム音楽情景記述システム: サビ区間検出手法," 情報処理学会 研究報告, 2002-MUS-47-6 (2002) .
- [6] 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," 情報処理学会 研究報告 2004-MUS-56-1 (2004) .