

DJの選曲方法に基づくセットリスト自動生成に関する研究

Research of Automatic Setlist Generation Based on Music Selection Method by DJ

大野木 俊樹
ONOGI, Toshiki

概要: 昨今のダンスミュージックイベントは、ひとつのイベントで数万人を動員するほどに成長しており、消費者のDJやDJミックスに対する関心は高まっていることがうかがえる。一方、消費者が自分好みのDJミックスを制作する場合、専門的な知識や機材が必要となり、個人が自由にDJミックスを楽しむ際の障壁となっている。DJミックス制作は選曲とミックスという2つの専門的知識を要する行為により行われるが、選曲においては多くの関連研究やサービスなどが公開されているものの、DJの選曲方法を考慮した手法は提案されていない。本研究では、一般消費者が手軽にDJミックスを制作できる環境構築を目的として、セットリスト自動生成手法を提案する。

Summary: It seems that the interest in DJ and DJ-mix of consumers has been growing, because recent dance music events in the world mobilize many customers and produce huge sales. However, setlist creation needs special skills for music selection and mix, it is difficult for general users with less musical knowledge to create a new setlist adapting their favorites. Although some automatic playlist generation methods have been proposed, they do not take the music selection theory by DJ into consideration, then it cannot be said that they are enough for DJ-mix. This research aims to construct the environment to create a setlist more easily, and proposes the setlist generation method.

キーワード: DJ・DJミックス・選曲・セットリスト・プレイリスト・最適解探索
Keywords: DJ, DJ-mix, Music Selection, Setlist, Playlist, Optimization

1. はじめに

10万人以上を動員する巨大ダンスミュージックイベントが世界各地で催されている。近年、DJ自身が音楽プロデューサーとなってリリースした楽曲が一般的な音楽市場で成功を収め、一般消費者にも広く普及した。ダンスミュージックの認知が一般消費者の間で広まったことで、ナイトクラブをはじめとしたダンスミュージックに関連する市場は、2017年まで右肩上がり成長している[1]。

市場の成長から、多くの消費者がダンスミュージック関連のコンテンツに関心を抱いているといえる。ダンスミュージックに関連するコンテンツには、楽曲のほか、DJミックスと呼ばれるものがある。DJミックスとは、DJにより選ばれた楽曲が音を止めることなく連続的に再生されたもので、選曲と、曲の音出力を止めずに次曲につなぐミックスとで制作される。しかし、DJミックス制作には専門知識や選曲センスなどの高等技術が必要とされるため、素人でも簡単かつ本格的なDJミックス制作ができるとは言い難い。また、ミックスは既に自動化され、サービスとして公開されているものの、選曲については未だ確立された自動生成手法は提案されていない。

本研究では、一般消費者が手軽にDJミックスを制作できる環境の構築を目的とし、DJプレイで選曲されたようなセットリストを自動生成する手法を提案することで、

問題の解決を図る。セットリストとは、DJの選曲等で作成され、再生順が不変という特徴を持つ楽曲リストである。提案手法では、セットリスト全体の傾向や楽曲の前後関係といった特徴を抽出し、抽出した特徴を用いて新たにセットリストを生成する。生成されたセットリストのDJミックスを被験者に聴かせる評価実験により、提案手法の有用性を確認する。

2. DJによる選曲とセットリスト

イベントなどで音楽をかけるDJにとって、選曲は非常に重要な行為である。沖野[2]が提唱した、選曲時における考慮事項を表1に示す。

DJの選曲では、選曲時における考慮事項以外にも、Beats Per Minute (BPM) と調を考慮して選曲することが一般的なセオリーといわれている。BPMとは楽曲の速度を表す値であり、再生されている曲のBPMと値が同じ、あるいは近い曲を選ぶべきであるといわれている。あるセットリストにおけるBPMの遷移を表したグラフを図1に示す。隣り合う曲のBPM値が5以上である変動は、16回の遷移のうち、12曲目から13曲目と、15曲目から16曲目の2回だけである。調を考慮した選曲ではHarmonic Mixing (HM) を考慮する。HMとは、調を五度圏状に並べたHarmony Circleにおいて、近傍に位置する調の楽曲を選択する手法である。一方、1時間ほどのセ

表1 選曲時における考慮事項

項目	詳細
選曲のテーマ	選曲の目的や聴かせる対象を踏まえたテーマを設定する。
セットリスト全体のストーリー	セットリストに含まれる各曲のテンポや雰囲気や抑揚などを考慮し、セットリストを起承転結のある構成にする。
楽曲の前後の関連性と意外性	テンポや楽曲の雰囲気が大きく変わらない関連性のある選曲をしながらも、聴者の想像を超えた意外性のある選曲を盛り込む。
自分のスタイル	DJ自身のスタイルを表現する。

ットリストでは HM に従わない選曲をする傾向がある。図2は既存セットリストにおける調の遷移を矢印で表したものであるが、隣接する調への遷移と同程度に、離れた調へと遷移していることが確認できる。HM に従う調の遷移を一般とすると、非HM である遷移にセットリストの特徴が現れると考えられる。

3. 関連研究と手法

プレイリスト生成に関する研究は盛んに行われている。プレイリストとは、指定された条件等に該当する楽曲を用いて生成される、再生順変更可能な楽曲リストである。プレイリスト生成に関する研究としては、鑑賞者の精神テンポと楽曲のテンポとの間の関係による評価値などを用いてプレイリストを生成する手法や、楽曲の音情報を解析して連続する楽曲間の距離を求め、総距離が最短となる楽曲の組み合わせをプレイリストとする手法などが提案されている[3][4]。また、プレイリスト生成手法において用いられる評価関数には、コンテンツ推薦で用いられ

る手法が応用できる。コンテンツ推薦では、コンテンツに対する類似度などを用いた評点やラベルづけが一般的で、楽曲情報およびプレイリスト情報を使用し、遷移確率に基づいて楽曲を推薦する手法や、楽曲の音声信号情報を用いて楽曲間類似度を算出する手法などが提案されている[5][6][7]。

既存のプレイリスト生成手法には、雰囲気の遷移や抑揚、および聴者にとっての意外性が盛り込まれていないため、選ばれる楽曲、楽曲の並びともに単調なものになる。本格的な選曲を実現するためには、選曲時における考慮事項を盛り込んだ手法を用いる必要がある。

4. 提案手法

BPM と調について、セットリスト全体の遷移傾向を獲得する全体分析と、連続して再生される2曲の変化を獲得する詳細分析を行い、セットリストの特徴を式(1)に示すベクトル \vec{v} で表す。キーと調は、表2に示すように数値化して特徴ベクトルに組み込む。

$$\vec{v} = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_{38}) \quad (1)$$

$v_1 \sim v_8$ は、全体分析により得られた BPM およびキーの全体的な遷移を表す。 $v_9 \sim v_{38}$ は、詳細分析により得られた BPM および調の特異な遷移を表す。

4-1. セットリストの特徴抽出

全体分析では、セットリストにおける再生順と BPM、キーの関係を単回帰分析により把握する。例として、セットリストの BPM の遷移と、単回帰分析により得られた回帰直線を図3に示す。

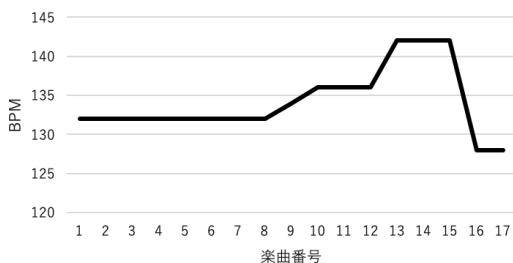


図1 セットリストにおける BPM の遷移

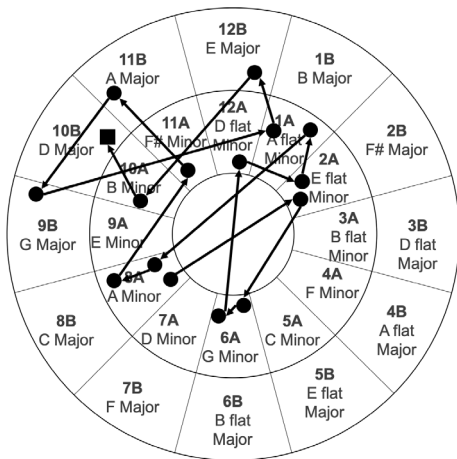


図2 セットリストにおける調の遷移

表2 キーと調の数値表現

値	キー	調
1	A ♭	B Major, A ♭ minor
2	A	F# Major, E ♭ minor
3	B ♭	D ♭ Major, B ♭ minor
4	B	A ♭ Major, F minor
5	C	E ♭ Major, C minor
6	D ♭	B ♭ Major, G minor
7	D	F Major, D minor
8	E ♭	C Major, A minor
9	E	E Major, G minor
10	F	D Major, B minor
11	G ♭	A Major, F# minor
12	G	E Major, D ♭ minor

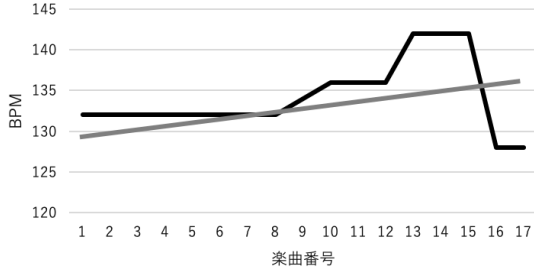


図3 BPMの遷移と回帰直線

説明変数を再生順、目的変数を BPM としたときの単回帰式を式(2)、説明変数を再生順、目的変数をキーとしたときの単回帰式を式(3)のように表す。

$$pred_b(i) = a_b \times i + b_b \quad (2)$$

$$pred_k(i) = a_k \times i + b_k \quad (3)$$

セットリストに含まれる楽曲の数を N 、セットリストにおける i 曲目の BPM を b_i としたとき、 $v_1 \sim v_4$ は式(4)~(7)で表すことができる。

$$v_1 = pred_b(0) \quad (4)$$

$$v_2 = pred_b(0.5N) \quad (5)$$

$$v_3 = pred_b(N) \quad (6)$$

$$v_4 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \{b_i - pred_b(i)\}^2 \quad (7)$$

$v_5 \sim v_8$ は、式(4)~(7)で $pred_b$ を $pred_k$ 、 b_i をセットリストにおける i 曲目のキー k_i としたものになる。

詳細分析では、セットリストにおける連続した2曲の BPM および調の遷移に着目し、出現頻度が低い遷移を抽出することで特徴を獲得する。BPM と調の遷移頻度を評価するために用意した複数のセットリストにおいて、BPM が b_i から b_j に遷移する回数を $freq_b(b_i, b_j)$ 、調が t_i から t_j に遷移する回数を $freq_t(t_i, t_j)$ 、セットリストにおける i 曲目の調を t_i とすると、 i 番目の曲から $i+1$ 番目の曲への BPM と調の遷移評価値はそれぞれ式(8)、(9)により算出される。

$$f_b(i) = \frac{freq_b(b_i, b_{i+1})}{\sum_{k=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} freq_b(j, k)} \quad (8)$$

$$f_t(i) = \frac{freq_t(t_i, t_{i+1})}{\sum_{k=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} freq_t(j, k)} \quad (9)$$

$f_b(i)$ が $f_b(1) \sim f_b(N-1)$ において r 番目に小さいとき $rankb(r)$ の値を i とし、 $f_t(i)$ が $f_t(1) \sim f_t(N-1)$ において r 番目に小さいとき $rankt(r)$ の値を i とすると、 $v_9 \sim v_{23}$ は式(10)~(12)で r の値を1~5にした式で表される。

$$v_{3r+6} = f_b(r) \quad (10)$$

$$v_{3r+7} = \frac{rankb(r)}{N} \quad (11)$$

$$v_{3r+8} = b_{rankb(r)+1} - b_{rankb(r)} \quad (12)$$

$v_{24} \sim v_{38}$ は式(10)~(12)で f_b を f_t 、 $rankb$ を $rankt$ 、 b_i を t_i にしたものになる。

表3 GAのパラメータと指定再生時間

パラメータ名	値
個体数	100
世代交代数	10000
突然変異確率	0.1
再生時間 (秒)	3600

表4 先頭曲

項目	詳細
名前	Dominator (Extended Mix)
作者	Armin van Buuren, Human Resource
BPM	132
調	A Minor

4-2. セットリスト生成

セットリストを生成するにあたり、ユーザは先頭曲、再生時間、基準とする入力セットリスト、および再生候補曲集合を指定する。再生候補曲集合に含まれる楽曲には整数の識別番号が付与されている。

セットリストは遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) により生成する。入力された再生候補曲集合に含まれる楽曲数が M のとき、染色体は長さ M の整数列とし、各遺伝子は互いに異なる楽曲の識別番号とする。指定された再生時間におさまる範囲内で染色体の先頭から順に遺伝子の値を取り出したものを個体が表すセットリストとみなす。

基準とする入力セットリストの特徴ベクトルを \vec{A} 、個体 I の表すセットリストの特徴ベクトルを \vec{B} としたとき、個体 I の適応度 $Score(I)$ は式(13)により算出する。

$$Score(I) = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\|\vec{A}\| \|\vec{B}\|} \quad (13)$$

5. 評価実験

5-1. 出力セットリストの分析

提案手法により生成された出力セットリストと、入力された入力セットリストとの BPM と調の遷移を比較する。実験に使用したパラメータを表3に示す。ジャンルがトランスで、BPM が126~142の100曲を所有するユーザを想定し、表4の曲が先頭曲として指定されたときの再生順を決定する。入力セットリストと出力セットリストにおける BPM、キーおよび調の遷移をそれぞれ図4、図5に示す。

出力セットリストでは、入力セットリストと同様に BPM の遷移が曲の進行に合わせて緩やかに上昇し、最後は120台後半に落ちている。また、キー、調ともに楽曲数の差により限度はあるものの、値が上下するという特徴は反映されている。

5-2. 被験者実験

提案手法により生成されたセットリストの主観評価のため、趣味で DJ をする2名を被験者とする聴取実験を実施した。被験者はまず、提案手法により生成されたセットリストの DJ ミックスを聴く。その後、3つの入力候

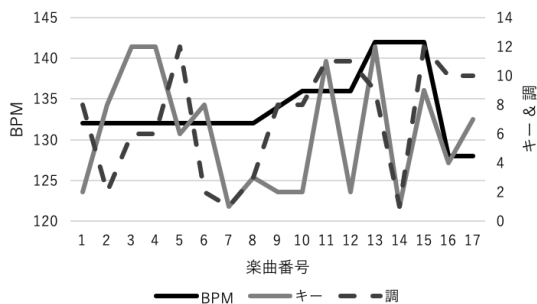


図4 入力セットリストの各要素の遷移

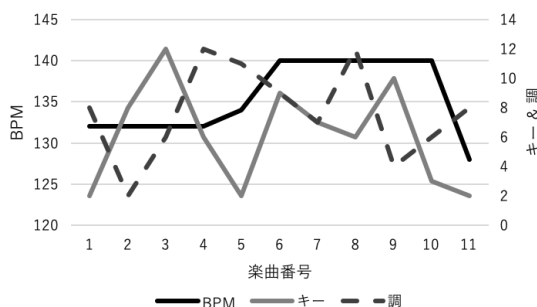


図5 生成されたセットリストの各要素の遷移

補セットリストの DJ ミックスを聴き、各セットリストに関して入力セットリストだと思う度合を、10 を最大値とする 0~10 の 11 段階で回答する。ただし、各セットリスト間で回答する値に重複がないようにする。

表 5 は被験者の回答である。実際に入力されたセットリストである候補 1 が両者とも最高値となった。

5-3. 考察

提案手法によるセットリスト生成では、入力セットリストの BPM、キー、調における特徴的な遷移を 5 回まで取得してセットリスト生成に組み込むことで、良好な結果を得ることができた。ただし、出力セットリストの再生時間を入力セットリストに合わせて生成しても、出力されるセットリストの収録楽曲数が入力セットリストと異なる場合、入力セットリストの特徴が十分に反映されていない出力セットリストが生成される。実験では、再生時間 1 時間のセットリストを入力とし、再生時間が 1 時間となるようセットリストを生成した。しかし出力セットリストでは、結果的に収録楽曲数の少ないセットリストが生成されたため、性質が異なるセットリストが生成された。図 4、図 5 より、入力セットリストではキーと調が頻繁に変化しているが、出力セットリストでは比較的単純に遷移していることがわかる。入力セットリストの特徴を適切に反映させるため、セットリストの再生時間等に合わせて特徴抽出範囲およびセットリスト生成時における評価関数を調整する必要がある。

被験者実験では、両回答者が実際に入力されたセットリストを最も高く評価したことから、提案手法は入力セットリストの遷移特徴を反映できているものといえる。

表 5 被験者の回答

被験者	候補 1	候補 2	候補 3
被験者 A	9	0	8
被験者 B	9	7	6

表 6 入力セットリスト候補における類似度

組み合わせ	類似度
候補 1 と候補 2	0.7713
候補 2 と候補 3	0.2991
候補 1 と候補 3	0.0038

一方、被験者による評価と提案手法を用いたセットリストの類似度評価では矛盾もみられる。表 6 は、提案手法を用いて算出した入力セットリスト候補間の類似度である。候補 1 と候補 2 の類似度が最も高いことから、候補 2 の評価が次点であることが望ましい。しかし、被験者 A は候補 3 を次点の候補として評価した。また、被験者 B においては、候補 2 を次点の候補として評価したものの、候補 2 と候補 3 の評点が僅差であった。

今後は被験者の回答と候補間の類似度の矛盾を解決するため、特徴ベクトルおよびベクトル生成方法を改良する必要がある。また、聴取実験では、実験方法そのものの妥当性を検証するなど、セットリスト生成手法の適切な評価方法の検討が必要である。

6. おわりに

本研究では、消費者が手軽に DJ ミックスを制作できる環境の構築を目的として、一般的な DJ の選曲セオリーと既存セットリストの BPM と調の遷移特徴を基に、進化計算アルゴリズムを用いてセットリストを新たに生成する手法を提案した。評価実験では、入出力セットリストにおける要素遷移を比較するとともに、被験者実験により提案手法の有用性を検証した。要素遷移の比較では、入力セットリストの特徴が出力セットリストに反映されていることが確認できた。一方被験者実験においては、提案手法が有効であることを示す結果が一部得られたものの、被験者の回答と提案手法により算出した類似度が矛盾していることを確認した。

参考文献

- [1] IMS Reports: <https://www.internationalmusicsummit.com/business-report/>
- [2] 沖野 修也: DJ 選曲術, リットーミュージック (2006)
- [3] 渡辺 光祐, 小林 亜樹: 気分誘導を目指した楽曲プレイリスト生成手法, DEIM Forum, F9-2 (2014)
- [4] Flexer, A., Schnitzer, D., Gasser, M. and Widmer, G.: Playlist Generation Using Start and End Songs, In Proc. Int. Symposium on Music Information Retrieval (2008)
- [5] 植田 聖司, 樺 淳志, 宮崎 純: プレイリスト生成における遷移確率を用いたスコアリング手法の提案, DEIM Forum, B5-5 (2017)
- [6] Logan, B. and Salomon, A.: A Content-Based Music Similarity Function, Processing Languages - Document Style Semantics and Specification Language (DSSSL), Ref. No. ISO/IEC 10179:1996(E) (2001)
- [7] 村上 知子, 森 紘一郎, 折原 良平: 推薦の意外性向上のための手法とその評価, 人工知能学会論文誌, Vol 24, No. 5, pp. 428-437 (2009)