

音響特徴空間における滑らかな楽曲遷移の分析

池田 翔武[†] 奥 健太^{††} 川越 恭二[†]

[†] 立命館大学 〒 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

^{††} 龍谷大学 〒 520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5

E-mail: [†]is0152px@ed.ritsumei.ac.jp, ^{††}okukenta@rins.ryukoku.ac.jp, ^{†††}kawagoe@is.ritsumei.ac.jp

あらまし 我々は以前、楽曲集合を 2 次元特徴空間に写像し、その空間上において楽曲の音響特徴の遷移の滑らかさを考慮したプレイリスト推薦の手法の提案し、その有用性を示した。しかし、写像した特徴空間において、提案手法により推薦された楽曲がユーザにとって本当にふさわしい楽曲であったか評価が十分ではなかった。そこで今回、我々は写像した特徴空間上でのユーザの好む楽曲遷移について分析を行う

キーワード 音楽推薦, プレイリスト推薦

1. はじめに

近年、iPod や Walkman などのポータブルオーディオプレーヤの普及や、Google Play Music などの音楽クラウドサービスの登場からユーザはいつでもどこでも大量の曲に簡単にアクセスできるようになった。このような環境から、膨大な楽曲からユーザにとってふさわしい楽曲を推薦する仕組みが求められている。また、我々が音楽を楽しむときにはプレイリストで聴取することが多い。そのため、プレイリスト推薦の研究が多く行われている。

プレイリストとは楽曲のシーケンスのことである [1]。プレイリスト推薦の課題は、楽曲の集合が与えられたとき、目標とするプレイリストの特徴に合うように、楽曲シーケンスを生成することにある。既存の多くのプレイリスト推薦手法は、楽曲間の類似度に基づいてプレイリスト生成を行うことが多い。これらの手法では基本となる楽曲 (以下シード楽曲) が与えられたとき、そのシード楽曲と類似した楽曲のシーケンスがプレイリストとして推薦される。このような手法はプレイリストに含まれている楽曲間の同質性を考慮した手法である。

同質性を考慮したプレイリスト推薦では、似たような楽曲ばかりがプレイリストに含まれる可能性が高くなる [2]。このような同質性問題を回避するために Flexer ら [2] はプレイリスト内の楽曲の遷移性を考慮したプレイリスト推薦手法を提案した。この手法では、プレイリストの開始曲と終了曲の 2 つの楽曲が与えられたとき、開始曲から終了曲に音響特徴が遷移するように n 曲の楽曲が補完される形でプレイリストを生成する。この手法では、プレイリストの再生が開始される前に、開始曲および終了曲をあらかじめ指定しておく必要がある。しかし、楽曲プレイリスト推薦特有の特徴として、推薦アイテムが即時的に消費されることがあげられる [3]。

そこで我々の先行研究 [4] では、即時的なプレイリスト生成に対応できるよう直近 2 曲の音響特徴の遷移性に基づき次の楽曲を推薦する手法を提案した。楽曲集合を 2 次元の特徴空間に写像し、その特徴空間上でプレイリストに含まれる直近 2 曲を通る直線上に近い楽曲を検出することで遷移性が滑らかな楽曲

を提示する。被験者実験によりほかの 2 つの比較手法 (最近傍手法とランダム手法) より有用性があることを確認した。さらに、2 次元の特徴空間への写像手法の検証を行い、2 次元特徴空間への写像手法の選択がプレイリスト推薦の結果に影響を及ぼすことを示唆した [5]。

これまでの研究 [4] [5] では、直近 2 曲を通る直線上に近い楽曲が滑らかに音響特徴が遷移する楽曲であると仮定して議論を進めてきた。しかしながら、必ずしも直線上に連続する楽曲が人間の感覚として滑らかに遷移する楽曲であるかについては検証できていない。

そこで本稿では、生成した特徴空間上において、ユーザにとって音響特徴が滑らかに遷移していると感じる楽曲が特徴空間上のどこに位置している可能性が高いのか分析を行う。具体的には、与えられた二つの楽曲 p_{t-2} , p_{t-1} において、次の楽曲 p_t の候補となる複数の楽曲を被験者に提示する。被験者は提示された楽曲集合の中から $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1} \rightarrow p_t$ の音響特徴が滑らかに遷移すると感じる楽曲 p_t を選択する。選択された楽曲 p_t と p_{t-2} , p_{t-1} の特徴空間上での位置関係について分析する。

2. 関連研究

プレイリスト推薦を実現するための手法として、ユーザに対して、楽曲の嗜好が類似しているユーザが好む楽曲を推薦する協調フィルタリング、ユーザに対して、ユーザの好みの楽曲と類似した楽曲を推薦する類似度に基づく手法、ユーザの好みの楽曲中にある頻度で現れるパターンに一致する楽曲を推薦する頻出パターンマイニングなどがあげられる [1]。

プレイリスト推薦には、あらかじめ目標とするプレイリストの特徴が与えられていることが多く、プレイリスト内の楽曲の同質性を重視するものや、プレイリスト内の楽曲の遷移性を重視するものがある [3]。

同質性を重視した手法では、シード楽曲との類似度が高い楽曲がプレイリストに追加される。ここで楽曲間の類似度は、アーティストやジャンルなどのメタデータ [6], [7], [8], [9] や楽曲の持つ音響特徴 [10], [11] を基に算出される。

この手法に対し、Flexer ら [2] の手法は遷移性を重視した手

法となる。任意の楽曲からの開始曲，終了曲，それぞれへの距離を算出し，その距離の比率に応じてプレイリスト内での位置を決定することで，プレイリスト内の楽曲の特徴が滑らかに遷移するような楽曲シーケンスを生成している。

我々は遷移性を重視したプレイリスト推薦に着目しており，この Flexer ら [2] の研究に類似する。Flexer ら [2] の手法ではプレイリストが再生される前に，開始曲および終了曲をあらかじめ指定しておく必要があるのに対し，我々の提案手法ではプレイリスト再生中に，直近の2つの楽曲に基づいて次の楽曲が推薦されるため，現在のプレイリストの再生状況に柔軟に対応できる点で異なる。

3. 提案手法

本章では，先行研究 [4] で提案した楽曲間での音響特徴が滑らかに遷移するようなプレイリストを推薦する手法の概要について説明する。まず，問題設定を述べ，推薦楽曲の決定方法について説明する。

3.1 問題設定

楽曲集合 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ を考える。楽曲集合 P に含まれる楽曲 p_i は，音量や音高，リズムからなる音響特徴が多次元の特徴ベクトルで表されているものとする。プレイリストにおいて直前の2つの楽曲 p_{t-2} ， p_{t-1} が与えられたとき，次に推薦すべき楽曲 p_t を決定する。このとき，プレイリスト $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1} \rightarrow p_t$ の音響特徴が滑らかに遷移するような楽曲 p_t を選択する。

音響特徴の滑らかな遷移について，ここではテンポに着目して説明する。楽曲 p_{t-2} がモデラート（控えめなスピードで）と分類されるテンポ（M.M. = 76 ~ 96），楽曲 p_{t-1} がアレグレット（やや快適に）と分類されるテンポ（M.M. = 96 ~ 120）であり，楽曲 p_t がアレグロ（快適に）と分類されるテンポ（M.M. = 120 ~ 152）であった場合，プレイリスト $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1} \rightarrow p_t$ はらかに音響特徴が遷移しているという。一方で，楽曲 p_{t-2} および楽曲 p_{t-1} がともにやや遅めのテンポ（M.M. = 76 ~ 108）であり，楽曲 p_t が速めのテンポ（M.M. = 120 ~ 168）というような場合，急激にテンポが変化しているため，滑らかに音響特徴が遷移しているとはいえない。我々の提案手法では，モデラートの楽曲 p_{t-2} とアレグレットの楽曲 p_{t-1} が与えられたとき，プレイリスト $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1} \rightarrow p_t$ が音響特徴が滑らかに遷移するように，楽曲 p_t にはアレグロの楽曲を推薦する。

3.2 推薦楽曲の決定

我々の提案した手法では p_{t-2} と p_{t-1} の2つの楽曲が与えられたとき，音響特徴の遷移を考慮し楽曲 p_t を推薦する。

まず，与えられた楽曲集合 P を2次元の特徴空間に写像する。この写像された特徴空間上で次に推薦する楽曲 p_t を探索する。ここで，写像する特徴空間は楽曲間の類似度に基づいて生成される。つまり，楽曲間の類似度の高い楽曲は特徴空間上での楽曲間の距離は近くなるよう配置される。

次に， p_{t-2} と p_{t-1} の2つの楽曲が与えられたとき，以下の手順で推薦楽曲 p_t を探索する。

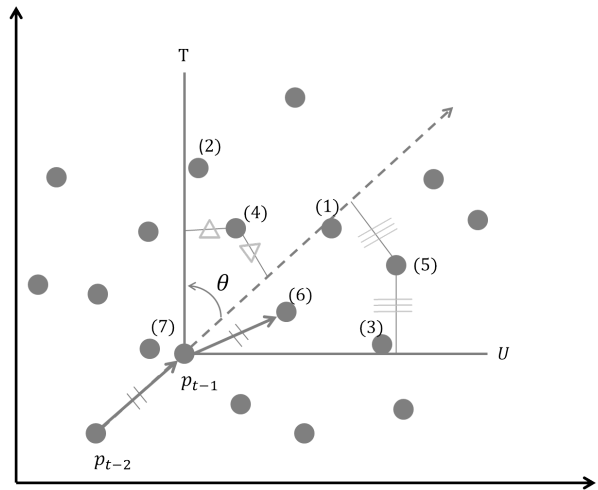


図1 2次元特徴空間上における候補楽曲集合の選択

(1) 2次元特徴空間上で楽曲 p_{t-2} ，楽曲 p_{t-1} を通る直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ を検出する。

(2) 直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ の方向 $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1}$ の延長線上に探索領域 C を設定する。探索領域 C はその直線の延長線を中心線とした半径 r ，中心角 θ の扇形領域とする。

(3) 探索領域 C に含まれる各楽曲 p_k と直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ とのユークリッド距離を計算し，最小の距離を持つ楽曲を推薦楽曲 p_t とする。ただし，探索領域 C に含まれる楽曲が存在しない場合，直前の楽曲 p_{t-1} からプレイリストに含まれていない最近傍の楽曲を例外処理として推薦楽曲 p_t とする。

なお，先行研究で有用性を確認する際の提案手法のパラメータは $\theta = \pi/2$ とし，探索領域 C に最大50曲の楽曲が含まれるように r を設定した。つまり，直前2曲が変わると r の値も変動する。

4. 分析実験

本実験では，利用者の観点から与えられた2つの楽曲 p_{t-2} ， p_{t-1} を基に，楽曲遷移が滑らかであると感じる楽曲 p_t との特徴空間上の位置関係について分析を行う。

特徴空間上のすべての楽曲を視聴し， $p_{t-2} \rightarrow p_{t-1} \rightarrow p_t$ と音響特徴が滑らかに遷移するような楽曲 p_t を選択することは困難であるため，本実験では我々があらかじめ複数の手法で p_t の候補となる楽曲を絞り，被験者に提示することで与えられた2つの楽曲 p_{t-2} ， p_{t-1} と p_t との位置関係について分析を行った。

また，本実験では，2次元の特徴空間の写像は2次元の特徴空間への写像手法の検証 [5] において最も高い評価を得た楽曲間のコサイン類似度を基にした手法で写像された特徴空間で分析を行った。

4.1 候補楽曲集合の決定

本実験では，与えられた2つの楽曲 p_{t-2} ， p_{t-1} を基に，ユーザにとって音響特徴が滑らかに遷移していると感じる楽曲 p_t の候補となる楽曲集合を決定する。候補楽曲集合は，図1の(1)から(7)に示すように，7つの手法により各1件ずつ選択された楽曲から構成される。

表 1 各手法が各順位を獲得した回数

手法	1	2	3	4	5	6	7
1 位	11	5	9	8	7	4	1
2 位	5	8	4	1	6	15	6
3 位	7	3	4	7	3	7	14
合計	23	16	17	16	16	26	21

具体的には下記の手法で候補楽曲集合を選択する。

(1) 3.2 章で説明した手法を用いて候補楽曲 p_t を決定する。

(2) 与えられた 2 つの楽曲を結ぶ直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ を p_{t-1} を中心に θ 回転させた直線 (以下直線 T) と空間上の各楽曲 p_k とのユークリッド距離を計算し、最小の距離を持つ楽曲を候補楽曲 p_t として決定する。

(3) 直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ を p_{t-1} を中心に $-\theta$ 度回転させた直線 (以下直線 U) と空間上の各楽曲 p_k とのユークリッド距離を計算し、最小の距離を持つ楽曲候補楽曲 p_t として決定する。

(4) 直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ と直線 T を p_{t-1} との距離が等距離に位置する楽曲を候補楽曲 p_t として決定する。

(5) 直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ と直線 U を p_{t-1} との距離が等距離に位置する楽曲を候補楽曲 p_t として決定する。

(6) 与えられた 2 つの楽曲を結ぶベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ とベクトル $\overrightarrow{p_{t-1}p_i}$ の大きさが等しくなるような楽曲を候補楽曲 p_t として決定する。

(7) 直前の楽曲 p_{t-1} に最近傍の楽曲を候補楽曲 p_t として決定する。

手法 (1) は 3. 章で説明した手法によって決定する手法である。また、手法 (1) から手法 (6) では、探索領域を提案手法と同様に探索領域 C に含まれる楽曲を対象に決定する。先行研究では探索領域 C に最大 50 曲の楽曲が含まれるように探索領域 C の半径 r を設定したが、本実験では探索領域内の楽曲数の最大値は設けない。そのため、 p_{t-1} との類似度を考慮せずに直線 $\overline{p_{t-2}p_{t-1}}$ との関係のみを考慮する。手法 (7) は探索領域を空間上の楽曲すべてに設定した、なお、本実験でのパラメータ θ は $\theta = \pi/2$ とした。

4.2 データセット

本実験では、先行研究 [4] [5] と同様に Tada らの研究 [12] で使用されている楽曲データセットを用いた。このデータセットは 15 の多様なジャンルから構成され、217 のアーティスト、79 のアルバムから楽曲 909 曲が選ばれている。各楽曲についてサビの部分 WAV 形式で抽出されている。楽曲の特徴として、伊藤らの研究 [13] で提案されている特徴を用いた。伊藤ら [13] は、文献 [12] で使用されている楽曲データセットを用いて、楽曲の時間経過にともない変化する音量、音高、リズムのゆらぎ情報に着目し、音響信号解析により 66 次元の特徴を抽出している。本実験では、この 66 次元の特徴を楽曲の特徴ベクトルとして用いた。

4.3 実験方法

本実験は以下の手順で行った。

(1) 909 曲の楽曲の中から、被験者が任意の 2 つの楽曲 (1 曲目 p_1 と 2 曲目 p_2) を選択する。

表 2 各手法の DCG_3 の値

手法	1	2	3	4	5	6	7
DCG_3	20.4	14.9	15.5	13.4	14.9	23.4	15.8

(2) 各手法により決定された 3 曲目の候補となる楽曲 p_t 7 曲を被験者に提示する。

(3) 被験者は楽曲を 1 曲目から聴取し、楽曲の遷移が滑らかであると感じた順に p_t を 3 位まで順位付けする。

以上の手順を各被験者 5 回行った。なお、被験者には実験で使用了手法の説明は行っていない。

4.4 実験結果

被験者は 20 代の男女 9 名であった。表 1 はそれぞれの手法が音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数を評価された順位ごとに示している。表 1 から、手法 (6) によって決定された楽曲が被験者に最も多く評価され、さらに被験者にとって音響特徴の遷移が滑らかであるかどうかの順位付けにおいて 2 位と評価された回数が最も多かった。また、手法 (1) によって決定された楽曲が被験者に 2 番目に多く評価され、さらに被験者にとって音響特徴の遷移が滑らかであるかどうかの順位付けにおいて 1 位と評価された回数が最も多かった。

次に、我々は順位付けされたデータの正確さを DCG_3 (Discounted Cumulative Gain) で評価を行った。以下の数式で DCG を算出した。

$$DCG_3 = rel_1 + \sum_{i=2}^3 \frac{rel_i}{\log_2 i} \quad (1)$$

式 (1) 中の rel_i は、 i 位のときの利得スコアを表し、順位 i を獲得した回数と設定した。

表 2 は各手法の DCG_3 の値を示す。手法 (6) の DCG_3 が最大値となり、手法 (1) の DCG_3 が 2 番目に大きな値をとった。また、手法 (2)、手法 (4)、手法 (5) は楽曲の音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数は同じであるが、 DCG_3 では手法 (4) が最も低い値となった。これは、手法 (4) が手法 (2)、手法 (5) の手法と比べて音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数が多いことが理由として挙げられる。

手法 (1) は順位付けされた回数が 2 番目に多い手法であり、被験者にとって音響特徴の遷移が滑らかであるかどうかの順位付けにおいて 1 位と評価された回数が最も多かった。また、 DCG_3 が 2 番目に大きな値をとった。手法 (6) は最も多く順位付けされた手法であり、 DCG_3 が最も大きい値となった。

以上のことから、ユーザが音響特徴が滑らかであると感じる楽曲は、直前の 2 曲の音響特徴の遷移と類似性の他に、直前の 2 曲を結ぶベクトルの大きさ $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ が関連する可能性が示唆された。したがって、次節では直前の 2 曲を結ぶベクトルの大きさと角度の関係について詳細な分析を行う。

4.5 ベクトルの大きさと角度との関係の分析

本実験では、与えられた 2 つの楽曲を結ぶベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ と楽曲遷移が滑らかであると感じる楽曲 p_t との位置関係について分析実験を行う。具体的には、与えられた 2 つの楽曲を結

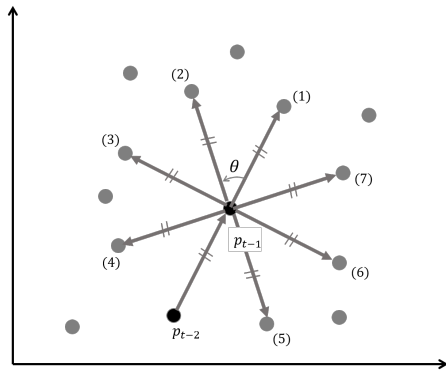


図2 直前の2曲を結ぶベクトルを利用した楽曲の決定

表3 ベクトルを θ 回転させたときの順位を獲得した回数

回転角度	0	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$	$5\pi/4$	$3\pi/2$	$7\pi/4$
1位	11	9	6	5	4	4	7
2位	9	8	4	5	6	8	4
3位	8	5	3	2	7	9	11
合計	28	22	13	12	17	21	22

表4 各ベクトルの DCG_3 の値

回転角度	0	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$	$5\pi/4$	$3\pi/2$	$7\pi/4$
DCG_3	25.0	20.2	11.9	11.3	14.4	17.7	17.9

ぶベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ を直前の楽曲 p_{t-1} を中心に θ 度回転させたベクトルとベクトル $\overrightarrow{p_{t-1}p_t}$ が等しくなるような楽曲を p_t として決定する。 p_t の候補となる楽曲を図2は p_t のように決定した。今回の実験では、 θ をそれぞれ $0, \pi/4, \pi/2, 3\pi/4, 5\pi/4, 3\pi/2, 7\pi/4$ とした。

4.2節のデータセットを用い、 p_t の決定方法のみ変更して4.3節の実験方法により分析実験を行った。なお、被験者は先述と同様の被験者9名により実験を行った。

表3は、それぞれの θ の値毎に音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数を示している。また、式(1)を用いてDCGを算出した。その結果を表4に示す。

表3より、回転角度 θ を0とした楽曲決定手法、つまり直前の2曲 (p_{t-2}, p_{t-1}) を結ぶ直線上で $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ の大きさを考慮し p_t を決定する手法は被験者に評価された回数が最も多く、被験者にとって音響特徴の遷移が滑らかであるかどうかの順位付けにおいて1位2位と評価された回数が最も多かった。また、表4で最も高い値を獲得している。このことから、今回の実験において直前の2曲を結ぶベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ を p_{t-1} を中心に回転角度 θ を0としてベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ とベクトル $\overrightarrow{p_{t-1}p_t}$ が同じになるような楽曲を p_t として推薦する手法が最も高い精度で楽曲の遷移の滑らかさを考慮した推薦ができたことが示唆された。

また、ウィルコクソンの符号順位検定を実施したところ、回転角度 θ を0とした楽曲決定手法と回転角度 θ を $\pi/2, 3\pi/4, 5\pi/4$ とした楽曲決定手法との間でウィルコクソンの符号順位検定を実施したところ有意差を確認することができた。一方で、回転角度 θ を0とした楽曲決定手法と回転角度 θ を0とした楽曲決定手法と回転角度 θ を $\pi/4, 3\pi/2, 7\pi/4$ とした楽曲決定

表5 ベクトルを θ 回転させたときの順位を獲得した回数

回転角度	0	$\pi/8$	$\pi/4$	$3\pi/2$	$13\pi/8$	$7\pi/4$	$15\pi/8$
1位	14	9	3	2	3	7	7
2位	4	6	4	7	10	8	6
3位	6	9	7	6	4	6	7
合計	24	24	14	15	17	21	20

表6 各ベクトルの DCG_3 の値

回転角度	0	$\pi/8$	$\pi/4$	$3\pi/2$	$13\pi/8$	$7\pi/4$	$15\pi/8$
DCG_3	21.8	20.7	11.4	12.8	15.5	18.8	17.4

手法との間では有意差を確認することはできなかった。

この結果から、回転させる角度 θ が一定の範囲内であればユーザは楽曲の音響特徴の遷移が滑らかであると判断する可能性が示唆された。そこで我々は次に、ユーザが音響特徴の遷移が滑らかであると判断する角度の許容範囲を調べた。4.2節のデータセットを用い、 p_t の決定方法のみ変更して4.3節で説明した実験方法により分析実験を行った。今回の実験では、直前の2曲を結ぶベクトル $\overrightarrow{p_{t-2}p_{t-1}}$ を p_{t-1} を中心に回転させる角度 θ は先述の実験で最も評価が高かった $\theta = 0$ と、 $\theta = 0$ との有意差を確認できなかった3つの回転角度 $\pi/4, 3\pi/2, 7\pi/4$ に加え、それぞれの中間となる角度 $\pi/8, 13\pi/8, 15\pi/8$ の3つを新たに用意し、実験を行った。なお、被験者は先述と同様の被験者9名により実験を行った。

表5は、それぞれの θ の値毎に音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数を示している。また、式(1)を用いてDCGを算出した。その結果を表6に示す。

表5, 6より、先ほどの実験と同様に回転角度 θ を0として楽曲を決定する手法は、楽曲の音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数が最も多く、DCGの値も最大となった。また、被験者にとって音響特徴の遷移が滑らかであるかどうかの順位付けにおいて1位と評価された回数が最も多かった。一方で、表3では、楽曲の音響特徴の遷移が滑らかであると評価された回数が2番目に多かった回転角度 θ を $\pi/4$ とした楽曲決定手法は今回の実験では $\pi/4$ は最も少なかった。

また、ウィルコクソンの符号順位検定を実施したところ、回転角度 θ とした楽曲決定手法0のときと $\pi/4, 3\pi/2, 13\pi/8$ の間でウィルコクソンの符号順位検定を実施したところ有意差を確認することができた。一方で、回転させる角度 θ が0のときと $\pi/8, 7\pi/4, 15\pi/8$ の間では有意差を確認することはできなかった。今回の実験では、ユーザが音響特徴の遷移が滑らかであると判断する回転角度 θ の許容範囲は、 $-\pi/4 \leq \theta \leq \pi/8$ であることがわかった。今後はさらに回転角度を少なくして有意差の判定を行う。

5. おわりに

本稿では、生成した特徴空間上において、ユーザにとって音響特徴が滑らかに遷移していると感じる楽曲が特徴空間上のどこに位置している可能性が高いのか分析を行った。20代の男女9名による被験者実験により、直前に再生された2曲を結ぶ直線との距離が近い楽曲の他に、直前に再生された2曲を結ぶ

クトルの大きさも関連があることが示唆された。また、ユーザが音響特徴の遷移が滑らかであると感じる楽曲の位置関係には直前に再生された2曲を結ぶベクトルを直前に再生されていた楽曲を中心に回転させる角度の大きさに許容範囲があることも示唆された。

今後の課題として、今回実験で使用した回転角度をさらに範囲を限定し、ユーザが音響特徴の遷移が滑らかであると感じる楽曲の位置の許容範囲を調べる。

直前に再生された2曲を結ぶベクトルの大きさと楽曲の遷移についての関係や、直前に再生された2曲を結ぶベクトルの大きさと直前に再生された楽曲と次に推薦する楽曲を結ぶベクトルとの角度の関係について分析を行う。今後の展望として他データセットを用いて検証を行うことで、ユーザが音響特徴の滑らかであると感じる楽曲についての確率分布モデルの作成を行う。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（平成27年～平成31年）およびJSPS科研費15K12151の助成を受けたものである。

文 献

- [1] Bonnin, G. and Jannach, D.: Automated Generation of Music Playlists: Survey and Experiments. ACM Computing Surveys, Vol. 47, No.2, pp.1–35 (2014).
- [2] Flexer, A. et al.: Playlist Generation Using Start and End Songs. 9th International Conference on Music Information Retrieval, pp2–7 (2008).
- [3] Jannach, D. and Lerche, L.: Beyond “ Hitting the Hits ” –Generating Coherent Music Playlist Continuations with the Right Tracks, RecSys 2015: Proc. 9th ACM conference on Recommender systems, pp.187–194 (2015).
- [4] Ikeda, Shobu, Kenta Oku, and Kyoji Kawagoe. ”Music Playlist Recommendation Using Acoustic-Feature Transitions.” Proceedings of the Ninth International C* Conference on Computer Science & Software Engineering. ACM, 2016.
- [5] 池田翔武, 奥健太, 川越恭二. (2016). 楽曲遷移の滑らかさを考慮したプレイリスト推薦. 情報処理学会論文誌データベース (TOD), 9(4), 1-5.
- [6] Slaney, M. and White, W.: Similarity based on rating data, Proc. ISMIR, pp.479–484 (2007).
- [7] Pauws, S. Verhaegh, W. and Vossen, M.: Fast generation of optimal music playlists using local search, Proc. ISMIR, pp.138–143(2006).
- [8] Platt, J.C. Burges, C.J.C. Swenson, S. Weare, C. and Zheng, A.: Learning a Gaussian process prior for automatically generating music playlists, Proc. NIPS, pp.1425–1432(2001).
- [9] Ragno, R. Burges, C.J.C. and Herley, C.: Inferring similarity between music objects with application to playlist generation, Proc. MIR, pp.73–80 (2005).
- [10] Logan, B.: Music recommendation from song sets, Proc. ISMIR, pp.425–428 (2004).
- [11] Pampalk, E. Pohle, T. and Widmer, G.: Dynamic playlist generation based on skipping behavior. Proc. ISMIR. pp.634–637 (2005).
- [12] Tada, K. Yamanishi, K. Kato, S.: Interactive Music Recommendation System for Adapting Personal Affection, 11th International Conference on Entertainment Computing, Lecture Notes in Computer Science, Vol.7522, pp.417–510 (2012).

[13] 伊藤雄哉, 山西良典, 加藤昇平:音楽ゆらぎ特徴を用いた楽曲印象の推定, 日本音響学会誌, Vol.68, No.1, pp.11–18(2012).