

音質劣化を考慮した音楽自動リミックス手法

石先 広海[†] 帆足 啓一郎[†] 滝嶋 康弘[†]

[†] KDDI 研究所

概要

聴取者に違和感の少ない楽曲連続再生を提供する方法として、前後楽曲のテンポ及びビート位置を合わせて楽曲の移行を行う方法が挙げられる。しかし、テンポが大きく異なる楽曲同士に対して前記方法を適用した場合、過度な信号の伸縮操作による音質劣化が顕著になり、聴取者に違和感を与える原因となりうる。本稿では違和感軽減のため、テンポが大きく異なる楽曲同士を連続再生する際に信号伸縮操作の少ない連続再生手法を提案し、音質劣化及び主観評価の観点から有効性を検証する。

Automatic Music Remix Method with Acoustic Quality Sustainment

Hiromi Ishizaki[†] Keiichiro Hoashi[†] Yasuhiro Takishima[†]

[†] KDDI R&D Laboratories, Inc.

Abstract

This paper proposes an automatic music remixing method, which enables smooth consecutive playing of songs with various tempos, while maintaining the overall acoustic quality. Conventional music remixing methods apply discomfort to listeners of remixed music, especially when the difference of the tempo between the source songs is significant. In order to preserve the overall acoustic quality of remixed music, we propose a method to reduce the amount of signal expansion and contraction, based on beat analysis. Experiments are conducted to evaluate the method objectively and subjectively.

1. はじめに

近年 MP3 をはじめとする音楽圧縮技術の発展に伴い、音楽配信サービスなどが多く利用され、電子データとして楽曲を保存するユーザも少なくない。また、携帯型音楽再生機なども大容量化し、個人が何千というデータを保持することも可能になっている。ここで、これら膨大なデータに対して音楽を聴取する方法としてはユーザが作成したプレイリスト再生や、ランダム再生によるものが主流である。前述した方法に従って連続再生を行う場合、楽曲間に無音区間が生じてしまい、ユーザが楽曲を聴取している際の“ノリ”が薄れてしまうことがあると考える。一般的に、クラブハウス、ディスコ等では音楽を途切れさせずに再生させるため、楽曲間へのエフェクト挿入や、前後の楽曲同士のテンポ、ビートを合わせるなどの効果を用いて滑らかに楽曲の移行を促す。

このような技術を持つものは DJ(Disk Jockey)と呼ばれ、主に場の雰囲気合った楽曲を選曲し、ライブ演奏にてリミックスを行う。しかし、DJ の技術を非熟練者が行うことは一般的

に難しく、専門の機材などにも必要になるため個人で楽しむことは難しかった。市販されている CD の中には DJ の行うリミックスが施されたものも存在し、個人でも楽しめるリミックス技術のニーズはあると考える。

そこで本研究では非熟練者にも容易なリミックスを実現するため自動リミックス手法を提案する。尚、DJ の行うリミックスは様々な技術の意味を含んでいるが、本稿におけるリミックスとは楽曲の繋ぎ目に着目して、リミックス対象となる楽曲のテンポ調整やビート位置の調整を行うことで後続する楽曲にスムーズに移行させる技術を指している。

2. 関連技術

はじめに述べたような膨大な楽曲データに対して楽曲推薦・検索技術が多く研究されている。

広く用いられている技術として協調フィルタリング[1]が挙げられる。協調フィルタリングを聴取者履歴に適用することで、聴取している楽曲の他者の履歴から楽曲を推薦することができる。

このような技術はテキストベースの楽曲推薦として分類される。梶ら[2]は楽曲の歌詞とアナレーションを利用して聴取者の状況を考慮したプレイリストを作成するオンライン楽曲推薦システムを提案している。

一方で、テキスト情報ではなく、楽曲の音響的特徴量を解析・抽出し、それら特徴量の類似度に基づいて楽曲を検索するシステムはコンテンツベースの楽曲推薦と分類される。帆足ら[3]は TreeQ と呼ばれるツリーベクトル量子化手法を用いて楽曲の音響的特徴量を多次元ベクトル化し、検索要求楽曲と検索対象楽曲のベクトル類似度に基づいて楽曲を検索するシステムを実現している。

これら技術を利用して推薦・検索された楽曲を一連のプレイリストとして利用することも考えられる。プレイリストにまとめられた複数の楽曲を連続再生する際の代表的な方法として、クロスフェード再生が挙げられる。クロスフェード再生とは、楽曲遷移時にボリュームを調整することで、前の楽曲をフェードアウト、後ろの楽曲をフェードインさせる方法で、ラジオなどでも利用されており、市販されている音楽編集ソフトウェア[4][5]などにも機能搭載されている。

より DJ に近いリミックス方法として、文献[6]では個人でも楽曲リミックス製作が容易に行えるシステム“Music Mosaic Generator”(MMG)を実現している。このシステムでは、楽曲に事前に付与された高精度な時系列メタデータを利用し、動的に複数の楽曲のビートやキーを調和させることで専門的な音楽的知識を持たないユーザにも容易な楽曲リミックスを提供している。

MMG で利用されているビート位置、キー、コード等のメタ情報は信号処理による自動検出と人の手による修正作業によって付与されている。これは、様々な音楽解析技術が研究され、高精度になってきてはいるが、100%の精度を得られているものは今のところ存在せず、なおかつビート位置等の細かなずれがユーザへ違和感を与えるということから前記方法を採用している。

また、テンポ、ビートを合わせたリミックス再生方法として、文献[7]の“RAIS-Mixer”が挙げられる。RAIS-Mixer では前後の楽曲のテンポ差が無くなるように再生スピードを調整し、楽曲の小節位置を合わせることで本物の DJ が行うようなリミックスを実現している。RAIS-Mixer においてもテンポ情報等のメタ情報は MMG と同様

の理由から CDDDB のアルバム情報[8]などから取得したものを利用している。

3. 問題点

単純なクロスフェード手法では、楽曲間の無音区間をなくすことが可能である。しかし、前後の楽曲のテンポ、ビートが調和していない場合、ユーザに違和感を生じさせる原因となりうる。

文献[6][7]ではメタ情報を利用してテンポ、ビートを調整することで、楽曲同士の調和を図っている。このとき、単純にサンプリングデータを伸縮させてしまうと、音程が変化してしまうため信号の音程を変化させずに再生速度を調整している。

しかし、リミックス対象となる楽曲同士のテンポ差が大きい場合、テンポ調整を行う際の信号伸縮操作が原因で音割れが生じるなどの音質劣化が発生する。このような音質劣化が原因となり、聴取者に違和感を与えることが考えられる。実際に文献[7]でもテンポの違いを考慮しており、評価を行ってはいないものの、テンポ差が 30% 以上の場合は通常の連続再生を行っている。

4. 提案手法

そこで、本稿ではテンポ差が大きい楽曲同士のリミックスに対して、音質劣化の少ないリミックス方法を提案する。

本提案では、リミックス対象となる 2 楽曲のテンポを調整するための最適テンポ調整係数を計算し、それに基づいてテンポ及びビートを合わせたリミックスを行う。ここで、本提案におけるテンポ情報は BPM (Beats Per Minute) を利用する。尚、文献[6][7]と同様に、テンポ、ビート位置情報は既知であるとする。

4. 1. 最適テンポ調整係数計算方法

楽曲 A, B のテンポをそれぞれ T_A , T_B とし、楽曲テンポを調整する係数を f とすると、従来では

$$T_A = f \times T_B \quad (1)$$

もしくは、

$$T_B = f \times T_A \quad (2)$$

という操作によってリミックス前後における楽曲のテンポを調整している。

しかし式(1), (2)ではテンポが大きく異なる楽曲をリミックスする際に音楽信号の伸縮操作を行うため音質劣化の原因となる。従って、提案手法では単純に楽曲のテンポを合わせるのではな

く、楽曲のビート位置に着目することで、調整係数 f が最小となるような最適調整係数 f_o を求め、 f_o に基づいて楽曲テンポを調整する。これによって楽曲の音質劣化を軽減させたリミックスを行うことが可能になる。具体的に述べると、BPM120 の楽曲と BPM60 の楽曲をリミックスする際に、BPM60 の楽曲を BPM120 になるようにテンポ調整すると音質劣化が著しくなる。しかしビート位置という観点だと、BPM60 の裏拍子を考慮することができるため、テンポ調整なしにリミックスができる。図 1 に BPM60 楽曲と BPM120 楽曲のリミックスイメージを示す。本稿ではこのように BPM が互いに 2^C ($C=-2,-1,0,1,2$) 倍関係にあること、つまり

$$T_A = 2^C \times T_B$$

のとき、単純に倍関係にあると表現する。

以下に最適テンポ調整係数計算方法の流れを記述する。テンポ調整を行う楽曲を A、テンポ調整を行わない楽曲を B とすると、

1. 楽曲 A, B の BPM を取得する (T_A, T_B).
 2. T_A に対して $2^C \times T_A$ とした数値群 G を計算.
 3. G から T_B に最も近い値となる b_o を計算.
- このときの C を C_o とすると、

$$b_o = 2^{C_o} \times T_A \quad (3)$$

となる。

4. b_o に基づいて最適テンポ調整係数 $f_o = \frac{T_B}{b_o}$ を計算する.

テンポ情報は楽曲に付与された正解 BPM に対して倍関係で変化して理解される事もあり、熟練者でもそれは起こりうる。本方法ではそれを利用し、テンポ調整係数が最小となるものを選択する。

ここで、式(3)において、 T_A と T_B の組合せによっては b_o が 2 つ検出される場合がある。その際には、 $|C_o|$ が低いものを選択する。例えば、 $(T_A, T_B) = (50, 75)$ のとき、 $b_o = 50, 100$ となるが、より元のテンポに近い、 $b_o = 50$ としてテンポ調整係数を算出する。

4. 2. リミックス方法

次に、最適テンポ調整係数 f_o を用いたリミックス方法を記述する。本方法では文献[7]と同様にテンポ及びビート位置を調整し、クロスフェー

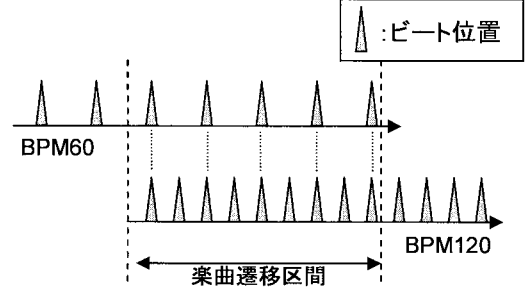


図 1 倍関係にある楽曲同士のリミックスイメージ

ドを適用したリミックスを利用する。以下にリミックス方法の流れを記述する。リミックス対象楽曲を A, B, 両楽曲のテンポ情報を T_A, T_B と定義し、 R_M はテンポ調整を適用した後のクロスフェード区間として任意に設定する。

1. 楽曲 A を調整すると仮定した場合の最適テンポ調整係数 f_{Ao} を求める.
2. 楽曲 B を調整すると仮定した場合の最適テンポ調整係数 f_{Bo} を求める.
3. f_{Ao} と f_{Bo} を比較し、信号伸縮率が低い方を f_o とする.
4. テンポ調整対象区間 $R = f_o \times R_M$ に対応する楽曲信号を $E_M(t)$ とする.
5. $E_M(t)$ に対してテンポ調整し、 $E'_M(t)$ とする.
6. テンポを調整しない楽曲信号におけるクロスフェード区間 R_M を $E_N(t)$ とする.
7. 区間 $E'_M(t), E_N(t)$ におけるビート位置を時系列上であわせる.
8. クロスフェード処理を適用する.

ここで、3 における信号伸縮率に関して記述する。テンポ調整係数 f_{Ao} 及び、 f_{Bo} は信号伸縮操作をどれだけ行うか、という解釈ができる。従って、音質劣化のひとつの指標として捉えることができる。信号伸縮率が 0 のとき、テンポ調整係数は 1 となるため、以下の式に基づいて伸縮率の変換を行った。

$$V_{Ao} = \begin{cases} \text{abs}(1-f_{Ao}) & f_{Ao} > 1 \\ 0 & f_{Ao} = 1 \\ \text{abs}(1-\frac{1}{f_{Ao}}) & f_{Ao} < 1 \end{cases} \quad (4)$$

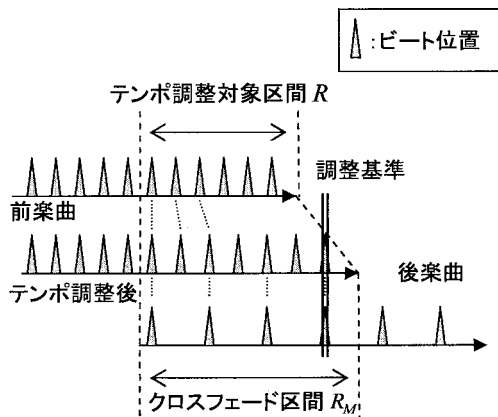


図2 聴取者のリズム感を保持した
ビート位置調整

f_{Bo} についても同様に行い、 ν_{Ao} と ν_{Bo} の値が低くなる方をテンポ調整対象とした。

また、ビート位置調整の際、対応するビート位置によっては後楽曲のビートが存在しない箇所に対応してしまうことがある。これを回避するためにリミックス対象となる前楽曲の最後のビート位置と、後楽曲の区間 R_M の最後のビートを基準とすることで、より聴取者のリズム感を損なうことなく楽曲の移行が可能となる。図2にイメージを示す。

5. 評価実験

次に本提案の有効性を検証するため、以下2項目に関して評価実験を行った。

1. 信号伸縮率検証実験
2. 被験者による主観評価実験

項目1では、実験データ楽曲群に対して式(1)、(2)を用いてテンポ調整を行うリミックス手法と提案手法による信号伸縮率の比較検証を行う。

項目2では、従来手法(クロスフェードのみ、テンポビート位置調整)と、提案手法を用いてリミックス音源を作成し被験者に聴取及びアンケート記入による主観評価を付与してもらい、評価結果を比較することで有効性の検証を行う。

5. 1. 実験データ検証

実験データは市販されているCDから収集されたJ-POPで、4つのジャンル(ポップス、ロック、ヒップホップ、R&B)で構成されている。各

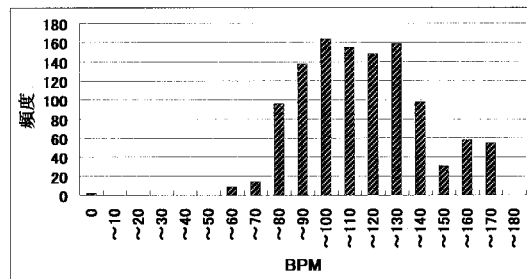


図3 実験データ各構成区間のBPM分布

ジャンル24曲ずつ、計96曲を用いた。実験データはある程度BPMにばらつきが出るように収集されたデータとなっており、事前に人の手によって全ての楽曲のビート位置、BPM情報、及びサビ区間等の楽曲構成情報が付与されている。

まず、実験データのBPM分布を調査した。図3にBPM分布を示す。ここで、実験データには楽曲構成情報が付与されているが、同一楽曲内においてもサビ、Aメロといった区間でBPMが異なる楽曲が多くあった。そのため、図3における母集団は各構成区間(計1127サンプル)を対象に行っている。図からサンプルの大多数がBPM60から170の区間に属していることがわかる。また、BPMが無いと判断される区間も存在し(2サンプル)、両者ともに楽曲開始部分のアカペラ、楽器の独奏であった。前記2サンプルを除外したときの最小値は53.67BPMで、最大値は170.0BPMであった。尚、同一楽曲内において各構成区間でBPMが異なる楽曲は96曲中40曲存在し、倍関係で変化する楽曲は40曲中6曲あった。ジャンル毎の内訳を表1に示す。表1におけるPPはポップス、RKはロック、HHはヒップホップ、RBはR&Bを、BMは倍関係で変化する楽曲を意味している。

楽曲内でBPMが変化する楽曲の多くは演奏者の感性に依存した問題であると考えられる。特に、ポップス楽曲ではある区間において、音楽的な表現によるBPMの変動が多く見られた。また、倍関係で変化があった楽曲においては前奏や間奏でサビ区間などよりもBPMが1/2倍となることがあった。このことから、リミックス方法に倍関係を考慮することは自然であると考えられる。

表1 ジャンル内BPM変化楽曲数

	PP	RK	HH	RB
BPM変化	14	8	6	12
BM	0	1	3	2

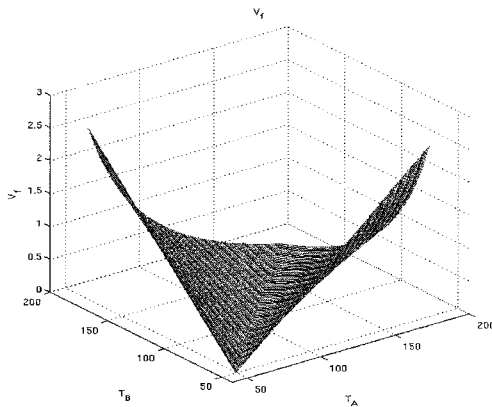


図 4-1 T_A 及び T_B 変動に対する V_f 変化

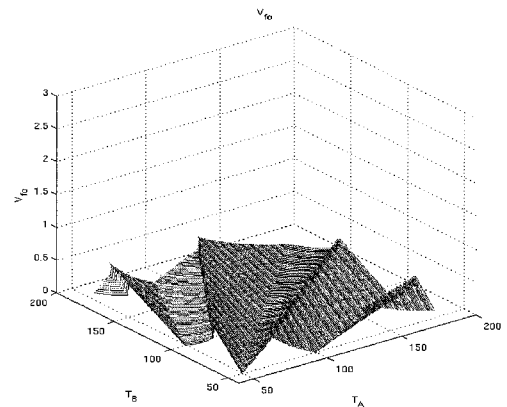


図 4-2 T_A 及び T_B 変動に対する V_{f_o} 変化

5. 2. 信号伸縮率検証実験

次に、式(1)(2)を用いて BPM を調整した場合のテンポ調整係数 f の変化と、提案した最適テンポ調整係数 f_o の変化を比較する。本実験では、BPM 値を図 3 に従って BPM50 から BPM180 (変化量は 1) まで変化させ、そのときの f 及び f_o の数値変化を調査した。尚、信号伸縮率は式(4)に基づき、 f 及び f_o の伸縮率をそれぞれ V_f 、 V_{f_o} とする。実験結果を図 4 に示す。

図 4-1 から明らかな通り、 V_f は BPM 差が広がるにつれ増加する。 $(T_A, T_B) = (50, 180), (180, 50)$ のとき最大値 2.58 となり、 $T_A = T_B$ のとき最小値 0.0 となる。一方、 V_{f_o} では増加、減少を繰り返す関数となり、 $2^{C_o} \times T_A = 2/3 T_B$ のとき最大値 0.50、 $2^{C_o} \times T_A = T_B$ のとき最小値 0.0 となる。これは T_A 、 T_B が倍関係にあるとき最小値となり、 T_B が T_A 及び T_A の倍関係にある BPM との差が最大となる時、最大値となる。

ここで、両者をより対比させるため、 V_{f_o} と V_f の差分を図 5 に示す。図 5 では、 $V_{f_o} - V_f > 0$ のとき、提案手法が従来手法よりも伸縮率が高く、 $V_{f_o} - V_f < 0$ のときは従来手法が提案手法よりも伸縮率が高いことを示している。図からも明らかな通り、テンポ差が大きい場合、提案手法は従来手法よりも伸縮率が低いことがわかる。提案手法の伸縮率が従来手法のものよりも高くなる場合は、全体の 3.37%(578/17161 サンプル)となっている。これは、楽曲同士のテンポ差がさほど大きくならない場合に $C_o = -1$ が選択されると、 f_o の増分が一時的に式(1)(2)の増分を超えることがあることに由来している。またこのサンプル

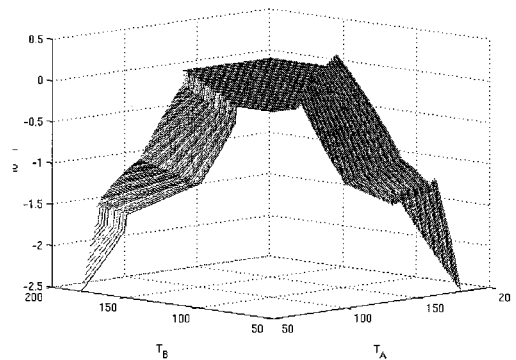


図 5 V_{f_o} と V_f における信号伸縮率比較結果

に関しては 4.2 項で述べたリミックス方法では、 f_{A_o} と f_{B_o} を比較することで伸縮率の低い方を選択することができる。従って、図 5 において $V_{f_o} - V_f > 0$ となる場合はテンポ調整の対象となる楽曲を変更することで提案手法の伸縮率が従来手法よりも高くなる場合を 0% とすることができる。

以上のことから本手法がテンポ差の大きい楽曲同士のリミックスに有効であるといえる。

5. 3. 被験者聴取による主観評価実験

被験者及び実験データ

本実験では、提案手法及び既存手法によってリミックスされた音源を用意し、実際に聴取してもらいながらアンケート記入を行ってもらった。被験者 22 名に対して聴取した楽曲に対して評価基

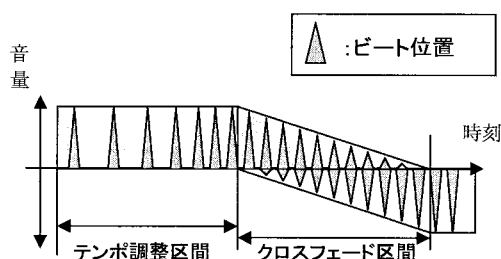


図6 楽曲遷移部概要

準に従って評価を付与してもらった。評価基準は後述する。評価実験の際にどの音源がどの手法によって作成されたかという情報は被験者に提示されていない。

実験データは5.1節にて記載した96曲に対して、サビを含む30秒区間の信号を抽出しリミックス素材用の音源群を作成した。この際に、抽出した音源内でテンポが変化しないように抽出している。また、同様にビート位置もリミックス素材抽出区間に対応したものを用意した。これら素材に対して、手法1、手法2及び提案手法の3つの手法に基づいてリミックスを適用し実験用音源とする。

手法1では、単に楽曲同士のクロスフェード処理のみを行い、テンポ、ビート調整を行わない。手法2では、素材楽曲のテンポ、ビート調整を行う。ここで、全ての実験用音源に対して、楽曲遷移部ではクロスフェード処理を行い、テンポ変更の場合は急激なテンポ変化を避けるため、徐々にテンポを調整するための区間を設けている。図6に楽曲遷移部概要を示す。

評価基準

本実験における評価基準は以下の通りで、被験者が聴取した全ての音源に対して主観評価を付与してもらった。

- ・ 楽曲の好み
- ・ つなぎ目の違和感
- ・ リズム感の保持
- ・ 面白さ

「楽曲の好み」ではリミックス音源を聴取しながら素材楽曲の好みとリミックス後の楽曲全体の好みを評価してもらった。「つなぎ目の違和感」、「リズム感の保持」では、リミックスする際の楽

曲遷移部分に関して評価してもらった。違和感の項目では「不快」な場合も違和感があるとして評価してもらっている。「リズム感の保持」では、リズムに乗ったまま次の楽曲に移行することができるかを評価してもらった。「面白さ」の項目では、リミックスとして面白いかどうかを評価してもらった。又、その他特記事項は自由記入欄に記入してもらった。各項目の評価は5段階評価とし、評価値は以下のように定義している。

楽曲の好み	好まない	1	～	5	好む
違和感	あり	1	～	5	なし
リズム感の保持	不可	1	～	5	可
面白さ	否	1	～	5	是

実験1 ビート調整有効性検証

まず、手法1と提案手法の比較によってビート調整の有効性を検証する。実験用音源では素材に付与されたテンポ情報に基づいてテンポ差が30%未満となるような組合せをそれぞれに対して素材楽曲群からランダムに2楽曲を抽出し、手法1及び提案手法それぞれに基づいて音源を作成した。(計40音源)聴取者には実験用音源を聴取しながらアンケート記入を行ってもらった。

ここで、テンポ差が30%未満の場合、手法2と提案手法は同義となっているため、テンポ差30%未満の場合は手法1に対して提案手法と手法2の比較と理解できる。

実験結果として、表2に楽曲の好み、表3に違和感、リズム感、面白さの5段階評価平均を示す。表2では、手法1に比べ提案手法によって生成されたリミックス音源の好みが微小ながら向上していた。また、両手法の比較における実験

表2 テンポ差30%未満のリミックスにおけるアンケート結果1 (平均)

	楽曲の好み		
	前楽曲	後楽曲	全体
手法1	3.35	3.43	3.39
提案手法	3.35	3.45	3.41

表3 テンポ差30%未満のリミックスにおけるアンケート結果2 (平均)

	違和感	リズム感	面白さ
手法1	3.28	3.39	3.12
提案手法	3.54	3.72	3.30

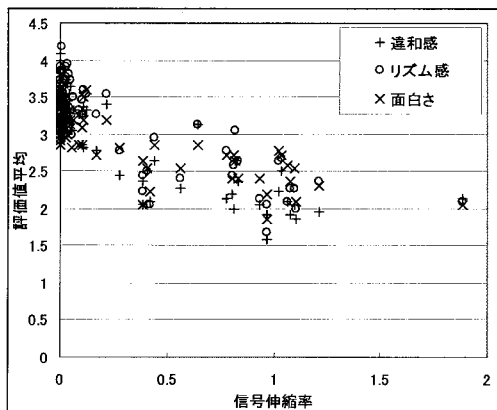


図7 信号伸縮率 ν と評価値平均相関図

用音源の素材楽曲は同じものを用いているが、提案手法では後楽曲の評価値が向上していた。これはリミックスの仕方によって素材楽曲及び全体に対する聴取者の印象に影響を与えるということを示唆している。表3においては、ビート調整を行うことで評価値が向上していることがわかる。このことから、ビート調整がリミックスに有効であることが確認できた。

実験2 テンポ差と主観評価結果比較検証

次に、テンポ差が30%以上となる楽曲素材の組合せから、手法2と提案手法それぞれを用いて実験用音源を作成した。(計40音源)手法1と提案手法の比較実験と同様にアンケートを記入してもらい、評価値に基づいて手法2と提案手法の比較を行った。

表4に楽曲の好み、表5に違和感、リズム感、面白さの5段階評価平均を示す。表4において、表2と同様、楽曲単位での評価値が上がっていること、音源全体としても評価値が手法2に比べて向上していることがわかる。手法2では3章でも記載した通り、音質劣化が被験者の評価値に影響したと考えられる。

表5では提案手法における評価値は手法2と比較してより高評価値を得る結果となった。これは楽曲遷移時にテンポ差が大きい場合、信号伸縮率が高くなり、聞きたい音源となったためと考えられる。また、リズム感の項目に対しても同様で、リズム感を保持できるほど十分ではない音源となっていることが原因で評価値が下がっていた。このことから、提案手法が特にテンポ差が大きい場合のリミックスに有効であるといえる。

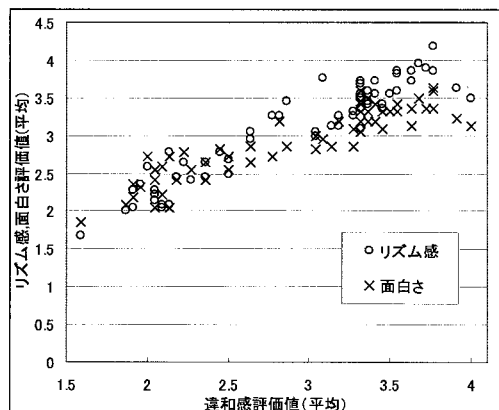


図8 違和感評価とリズム感、面白さ評価相関図

6. 信号伸縮率と評価値の関連性

本章では信号伸縮率と被験者による主観評価値の関係を検証する。信号伸縮率を横軸にとり、主観評価値平均を縦軸として図7に示す。信号伸縮率と主観評価値に相関がある場合、図における信号伸縮率が低いほど評価値が高くなることになる。これは図からも明らかに信号伸縮率に対して違和感、リズム感、面白さの負の相関が認められる。また、図8に違和感に対するほか2項目の評価値の相関を示す。図8では、違和感評価値を横軸に、リズム感、面白さの評価値を縦軸としている。図8から明らかに違和感に対してリズム感、面白さの正の相関が認められる。特に違和感とリズム感の相関が顕著に現れており、リミックス音源聴取時のリズム感(ノリ)が聴取者の違和感に影響を与えることがわかる。個人によってある程度、評価値のぶれはあるものの、

表4 テンポ差30%以上のリミックスにおけるアンケート結果1 (平均)

	楽曲の好み		
	前楽曲	後楽曲	全体
手法2	3.36	3.37	3.12
提案手法	3.37	3.39	3.31

表5 テンポ差30%以上のリミックスにおけるアンケート結果2 (平均)

	違和感	リズム感	面白さ
手法2	2.19	2.42	2.47
提案手法	3.05	3.16	3.03

信号伸縮率を軽減することが聴取者の違和感, リズム感, 面白さの向上に対して有効であるといえる。

一方で, 音質劣化が逆に良い方向に働いた場合も存在した。DJ によっては素材楽曲の間にエフェクト処理を施すことがある。手法 2 において自由記入として得られたコメントの中に音質劣化が顕著になった場合にエフェクト処理のような音源となっていることが新鮮であったという記述があった。つまり, 伸縮率が高いものでも, 被験者がエフェクト処理によるリミックスと同様の感覚を覚えることがあり, 素材楽曲同士の相性に関連した問題であるといえる。

同様に素材楽曲同士の問題としてジャンルの異なりが挙げられる。異なるジャンルのように雰囲気異なる楽曲同士がリミックスされた場合, 違和感を覚える被験者もいた。また, 被験者によっては素材楽曲の切り出し方に不満をもつこともあった。これは素材音源群を作成する際にテンポ変化が起こらないサビを含む区間を抽出しているため, リミックス後の音源に影響があったことが考えられる。例えば後続する楽曲がサビの冒頭にクロスフェード処理がかかってしまい聴取したい部分が聞き取れなかったことなどが挙げられる。

7. まとめ

本稿では, 既存のリミックス手法における信号伸縮に由来した音質劣化を改善可能なテンポ調整方法を提案し, 前記方法を利用した自動リミックス手法について提案を行った。評価実験から提案手法が信号伸縮率を改善可能であることを確認し, 被験者による主観評価結果から提案手法の有効性を示すことができた。評価基準であった「違和感」, 「リズム感」, 「面白さ」の評価基準の相関を確認し, リズム感を保持することが違和感軽減につながることを示した。また, 主観評価と信号伸縮率においても相関があることを確認し, 提案手法がテンポ差の大きい楽曲同士のリミックスに有効であることを示した。

一方で, 聴取者は音質劣化に対して高評価を付与する場合もあるなどの課題があげられる。今後はリミックス対象楽曲同士の雰囲気等を考慮して, 聴取者により違和感を与えないリミックス方法を検討していく必要がある。

8. 謝辞

本論文における評価実験は早稲田大学甲藤二郎教授, 及び甲藤研究室員の皆様にご協力いただいた。

9. 参考文献

- [1] Paul Resnick, Neophytos Iacovou, Mitesh Suchak, Peter Bergstrom and John Riedl, "GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews" In Proceedings of the 1994 Computer Supported Collaborative Work Conference, pp.175-186, 1994
- [2] 梶克彦, 平田圭二, 長尾確. 状況と嗜好に関するアノテーションに基づくオンライン楽曲推薦システム, 情報処理学会研究報告, 2004-MUS-58-(7) pp.33-38.
- [3] K.Hoashi, K.Matsumoto, N.Inoue "Personalization of user profiles for contentbased music retrieval based on relevance feedback", Proceedings of ACM Multimedia 2003, pp 110-119, 2003
- [4] Ableton Live 6 :
URL: <http://www.h-resolution.com/ableton/>
- [5] ACID Pro 6 :
URL: <http://www.hookup.co.jp/software/acidpro/>
- [6] 宮島靖. Music Mosaic Generator : 高精度時系列メタデータを利用した音楽リミックスシステム, WISS2007.
- [7] 井上亮文, 天野玲奈, 備瀬翔平, 市村哲, 松下温. 携帯型音楽プレイヤーのためのコンテンツ再生・配信方法. 情報処理学会研究報告 2006-DBS-138 pp.133-138.
- [8] Gracenote CDDB :
URL:
http://www.gracenote.com/gn_japan/gn_products/music_id.html