

# 気分誘導を目指した楽曲プレイリスト生成手法

渡辺 光祐<sup>†</sup> 小林 亜樹<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 工学院大学工学部 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: c510114@ns.kogakuin.ac.jp, aki@cc.kogakuin.ac.jp

**あらまし** 楽曲聴取によって気分の変動が発生する「気分誘導」と個人の気分に依存するテンポである精神テンポの存在が知られている。本研究では、楽曲間のつながりの良さを考慮しつつ、精神テンポから算出される気分誘導の目的となる楽曲テンポを基準としてプレイリスト生成を行う方式について提案し、試作システムによる評価を行う。精神テンポの取得にはタッピング法を用い、気分誘導の目的を選択肢で問うインタフェースを導入する。楽曲の再生履歴情報の一部である再生スキップ情報を用いて、楽曲間の推移情報を取得し、これらを合わせてプレイリスト生成を行う。  
**キーワード** 精神テンポ, パーソナライズ

## 1. はじめに

音楽療法の基本原理として、「同質の原理 (ISO-Principle)」というものがある [1]。これは聴取者の気分やテンポに合った音楽を与えることで精神的に良い方向へと向かわせるというものである。同分野において知られている「気分誘導」の例としては楽曲聴取時のテンポの違いによって、聴取後の感情が変化するという調査報告が挙げられる [2]。これによれば、楽曲聴取時のテンポの違いによって、早いテンポでは「活力」や「活発」といった覚醒に関連した感情を起こさせ、一方、遅いテンポは不活性的な落ち着いた、鎮静した気分にする事が述べられている。また、人間の自発的活動に特有で、個人や気分、環境に依存する「精神テンポ」の存在も知られている [3]。同質の原理に基づき、個人の精神テンポに合わせたテンポを与えて気分誘導効果の確認を行った研究 [4] では、精神テンポは生理機能に由来せず気分や環境によって変動するとされ、精神テンポよりもやや遅いテンポが、落ち着いた鎮静した気分にする効果があった事が報告されている。

既存の音楽推薦では、協調フィルタリングを用いた推薦が主流となっている。例えば、楽曲のアノテーション情報によって楽曲を分類し、使用者が作成したプレイリストと類似したプレイリストを作成したユーザを探すといったシステムが提唱されている [5]。また、楽曲の CD 売上ランキング情報とは別にテンポ、ボーカル、楽曲年代を特徴量とした楽曲の協調フィルタリングを行い、使用者の嗜好に合う楽曲の選定を行うものも存在する [6]。また、音楽再生ソフトの操作履歴を用いる事によってユーザの動的な嗜好や状況に対応したプレイリストの生成を行う研究もなされている [7]。

曲調による音楽推薦には、松下電器産業の「ミュージックソムリエ」が存在する [8]。これは、音楽音響信号を分析し、テンポや基本ビート等と感性イメージを対応付けてマッピングすることによって印象マップの生成や、同様の対応付けによって決定される楽曲の印象で選ぶ印象選曲という楽曲推薦機能がある。

しかし、これまでに精神テンポや気分誘導を用いた楽曲推薦はこれまでほとんど行われていない。これは、楽曲推薦がユーザの嗜好に合う楽曲を提供する事を目的としている事が多いた

めである。また、ミュージックソムリエは、印象による楽曲選曲は可能であるが、選曲される楽曲に対して継続的な聴取が可能であるかは考慮されていない。そこで、本研究では、ユーザの気分を変化させること、すなわち、気分誘導を導き、かつ継続的に聴取できるプレイリストの生成を目的とする。

この目的のために楽曲推薦において研究例の多い協調フィルタリングを導入することは、協調フィルタリングの本質がユーザと嗜好が近い別のユーザの情報を用いるため、個人や気分、場合によって変動する精神テンポを用いる本研究では不向きであると言える。そこで本研究では、楽曲のテンポを基盤として、ユーザの気分に沿わせるようなプレイリストを再生推移情報を加味して生成することで気分誘導効果を狙う楽曲推薦方式を提案する。また、ユーザの嗜好に合わせた音楽推薦を行うために、各楽曲に明示的な評価を付けるのはユーザビリティの低下を招くとして、楽曲のスキップや選択再生といった再生履歴を用いた音楽推薦を行っている例 [9] がある。そのため、ユーザの嗜好を考慮するという側面へのアプローチとして再生推移情報を用いた手法を提案する。

提案手法に基づき、多く使われている音楽プレイヤーソフトなどと連携して動作する試作システムを構築し、本システムを使用して、本方式の評価を行う。

## 2. 音楽の心理的働き

### 2.1 気分誘導

音楽療法における主要な原理として I. M. Altschuler が提唱した、「同質の原理 (ISO-Principle)」が存在する [1]。これは「聴取者はその時の気分に同質な印象の音楽またはテンポを望む」とするもので、これを逆に考えた「気分誘導」は、テンポや音楽の印象についても同様の効果が得られると考えられ、テンポの操作によって気分が変化するというものである。この「気分誘導」の効果を検証する実験報告がいくつか存在する [10] [11]。

それらの1つである松本 [10] は、楽曲の聴取前後での気分変化を比較するために、悲しい気分の時に悲しい曲を聴いた場合と、特に悲しくない場合に悲しい楽曲または明るい楽曲を聴いた際の気分変化を調査している。実験の結果、悲しい気分の時は悲しい曲を聴くと悲しみの低下が見られ、特に悲しい気分

ない場合に悲しい曲を聴くと悲しい気分が生じ、明るい曲を聴くとポジティブな気分へと変化する事を確認している。

内藤 [11] はテンポとメロディの二つの要素が与える心理的影響について検証している。これによると、テンポの遅い楽曲を聴取した際に、のんびりした気分やゆっくりした気分といった鎮静的な気分になり、テンポの早い楽曲を聴取した際は、活気のある気分や陽気な気分といった覚醒的な気分になるという結果が得られている。

また、ユーザの気分に基づいて楽曲の推薦を行った研究 [12] では、聴取に印象を与えやすい楽曲の要素として「調」「テンポ」「音高」の3要素について挙げ、それらを用いた楽曲推薦を行っている。この研究によると被験者に対して行ったアンケートの結果、選曲にもっとも役に立った要素として「テンポ」の要素が挙げられたという結果が得られている。

これらの報告より、楽曲テンポにはその聴取によって気分誘導をもたらす力があるといえる。

## 2.2 精神テンポ

人には自発的活動に特有な心的テンポ/精神テンポ/personal テンポ/自発的テンポなどと呼ばれるテンポ（以下、本論文では精神テンポと呼び、単位はBPMを用いて表記する。BPMはBeats Per Minuteの略で1分間における拍の数で表す。例として、1分間に60拍ならBPMは60である。）が存在することが知られている。この精神テンポについて概説した文献 [13] によると、提唱者のW.Sternは、これを測定するためにテーブルを自分の好きなテンポで叩くというテストを提唱 [3] したとされ、その後広く用いられるに至っている。以下、このテストをタッピング法と称する。この精神テンポについては、個人差があるがほぼ一定で、気分、時間による変動は少ないと言われている。精神テンポと心拍数の相関については存在するという意見と存在しないという意見や、相関が見受けられないという実験報告が併存しているため [4]、本研究では心拍数と精神テンポは別物として扱うものとする。

精神テンポに基づいた音楽療法が古くから存在している。渡辺 [14] によると、精神テンポに基づく音楽を用いてカタルシスの促進や自律神経のバランスの回復効果が得られるとしている。さらに、佐治 [15] は精神テンポを用いた痴呆性高齢者への音楽療法でα波の増加や自発的行動の増加が見られたとの報告をしている。

## 3. 提案手法

### 3.1 概要

本研究の目的である気分誘導をもたらすプレイリスト生成では、気分誘導効果の発現根拠を楽曲のテンポにおくことにする。したがって、気分の鎮静方向ではテンポを遅く、昂進方向では速くとする文献 [4] による方法を導入する。このとき、基準となるテンポを定める必要があるが、これにはユーザのその時点における精神テンポを充てる。次に、そのときのユーザの気分を鎮静方向か昂進方向かの選択式で入力させ、取得した精神テンポにユーザの気分に基づく補正係数による調整によって基準テンポを得る。このとき、別に抽出しておいた楽曲毎のテンポ(BPM)と比較することで、基準テンポに近いほど楽曲の評価値が高くなるようなテンポ評価値を導入する。精神テンポを算

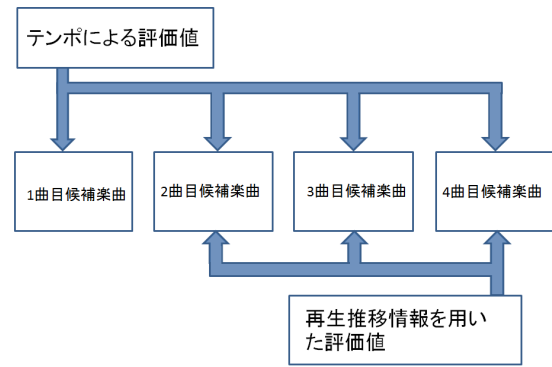


図1 提案手法の概要

出の基準に用いることにより、ユーザに合わせた楽曲の推薦が行える。

また、気分誘導効果を狙う際に、ユーザがプレイリストに対して違和感を持たずに自然な聴取を行えるようにするために、楽曲の再生推移(つながり)の良さを推薦評価値として導入する。これには、現再生曲を途中でスキップしたか否かで前再生曲から現再生曲へのつながりの良さを示す情報である再生推移情報を用いる。もし、現楽曲がスキップされるようならば、前楽曲から現楽曲への推薦がされにくくなる計算式を導入した再生推移評価値によって、再生推移の良い楽曲を優先してプレイリスト候補として推薦できるようにする。

この二つの評価値を用いることによってプレイリストの生成を目指す。プレイリスト内候補の1曲目には前楽曲が無いため再生推移評価値の使用はできない。そのため、1曲目候補はテンポ評価値が最も高い楽曲を1曲目とする。2曲目以降は前楽曲との再生推移評価値とテンポ評価値が両方とも高いほど推薦されやすくなるような評価式を導入する事によって、総合評価の高い楽曲を順に推薦する(図1)。

このようにして、一定の曲数となるまで楽曲を推薦することで、前楽曲とのつながりも考慮した上で、気分誘導をもたらすプレイリストを生成する。

### 3.2 精神テンポと楽曲のBPMによる評価値

楽曲毎の評価値として、精神テンポと楽曲にテンポによるテンポ評価値を導入する。まず、ユーザの精神テンポを  $P$  として、2.2節で述べたタッピング法により取得する。この際にユーザは現在の気分よりも鎮静的で落ち着いた気分に変化したい場合は  $d = 0$ 、現在の気分よりも覚醒的で盛り上がるような気分に変化したい場合は  $d = 1$  として(1)式のように基準テンポ  $\tilde{P}$  を求める。

$$\tilde{P} = \kappa_d P, \quad \{\kappa_0, \kappa_1\} = \{0.4, 1.6\} \quad (1)$$

(1)式における  $\kappa_d$  の各値は、武中ら [4] が実験で使用したテンポの速さを変化させる値をそのまま用いている。

次に、音楽プレイヤー内全  $N$  曲のうち  $i$  曲目 ( $1 \leq i \leq N$ ) の楽曲のBPMを  $B_i$  として、 $B_i$  が基準テンポに近いほど高評価となる計算式を用いる。具体的には、楽曲のテンポ  $B_i$  と基準テンポ  $\tilde{P}$  の差の絶対値を基準テンポ  $\tilde{P}$  で正規化する事によって、 $B_i$  が  $\tilde{P}$  にどの程度近いかを求める。その際に基準テンポに近いほど値が大きくなるように、1と求めた値の差をとり、最終的なテンポ評価値  $M(i)$  を決定するため、(2)式の形

になる。

$$M(i) = \left(1 - \frac{|B_i - \bar{P}|}{\bar{P}}\right) \quad (2)$$

全ての所持楽曲の中から  $M(i)$  が高いものを推薦候補リストの上位に決定する。

### 3.3 再生推移情報を用いた評価値

もうひとつの評価値として楽曲間の再生推移情報を用いる。再生推移情報とは、前再生楽曲から現再生楽曲がどのように推移したかを示す情報である。ここで「推移」とは、楽曲を聴き終わり次の楽曲の聴く事と定義する。人が音楽を聴く場面やその時の気分は様々であり、それに伴って嗜好も変化していく。そのため、個人の中で評価が高い曲でも場合によっては今は聴きたいと思わないという曲も存在する。その結果、音楽を聴いている際の使用者の気分や状況によって望ましいとされる推移と望ましくない推移が現れる。

例えば、気分を盛り上げたい時に音楽を聴取する際は、テンポが徐々に上がっていくような曲の推移や激しい曲同士の推移は望ましい推移となるが、テンポが徐々に下がっていくような推移や静かな曲への推移は望ましくない推移となる。このように楽曲の望ましい推移は日常生活において頻繁に変化していく。プレイリストは楽曲の一連の流れとなるようまとめたものであるため、これを生成する際に楽曲の推移を考慮する必要がある。

本提案手法では次のようにして楽曲の推移を判断する。システムの使用者がある楽曲 A を聴取していたとして、A の演奏が終了し次の楽曲 B に移った際、スキップせずに楽曲 B を聴取した場合とこの楽曲をスキップして楽曲 C を聴取した場合について考える。スキップしなかった場合、使用者は楽曲 A から楽曲 B への推移については「肯定」しており、楽曲 B に対して拒否を行っていない。しかしこの場合は一切の操作を行っていないという捉え方が可能であるので、使用者は楽曲 B に対して明確に嗜好が合うことを示してはいない。そのためスキップをしなかった場合の楽曲間の再生推移情報は「優先度：中」とする。次にスキップを行った場合について考える。楽曲 B をスキップし楽曲 C の聴取に移った場合、使用者はわざわざスキップ操作を行っていることから楽曲 B に対して明確な「拒否」を行っている事になる。この場合は楽曲 A から楽曲 B への曲の再生推移情報は「優先度：小」とする。

ここで、楽曲 C を聴取し、こちらはスキップを行わずそのまま聴取を続けた場合を続ける場合を考える。もし、B のスキップを行い、楽曲の C もユーザの現在の嗜好に合わない場合はユーザはそのままスキップ操作を続けるはずである。しかし、スキップ操作を行わずに最後まで聴取を続けたということは楽曲 A から楽曲 C の移行に対しては明確に「肯定」していると捉えられる。したがって、この場合の楽曲 A から楽曲 C への再生推移情報は「優先度：大」とする。この優先度をすべての楽曲間で持たせることで、楽曲と楽曲の推移の良さを見積もる。まとめると、表 1 のように判断する。

取得してきた再生推移情報による再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  を考える。これは楽曲  $i$  の後での楽曲  $j$  の好まれやすさを表すものである。再生推移情報によって (3) 式のように評価値を決定する。

表 1 各操作と判定

操作	判定	優先度
A から B へ通常再生	中間	楽曲 A から楽曲 B 「中」
A 再生後 B をスキップ	拒否	楽曲 A から楽曲 B 「小」
B スキップ後 C を通常再生	肯定	楽曲 A から楽曲 C 「大」

$$T(i \rightarrow j) = \begin{cases} 1.0 & (\text{優先度：中}) \\ 0.5 & (\text{優先度：小 | 再生推移情報無し}) \\ 2.0 & (\text{優先度：大}) \end{cases} \quad (3)$$

### 3.4 最終的なプレイリストの生成

3.2 節および 3.3 節でそれぞれ取得してきた、楽曲毎での評価値であるテンポ評価値  $M(i)$  と楽曲間の評価値である再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  を用いてプレイリストの生成を行う。ユーザの所持する全  $N$  曲の楽曲に 1 から順に楽曲 ID を振ると、 $N = \{1, 2, \dots, N\}$  は全楽曲 ID 集合である。プレイリスト生成にあたっては、プレイリスト中の  $i$  番目の曲を  $m_i$  とし、プレイリスト  $P = \{m_1, m_2, \dots, m_{12}\}$  とプレイリスト長 12 とする。すると、プレイリストの 1 曲目  $m_1$  は、

$$m_1 = \arg \max_{i \in N} M(i) \quad (4)$$

と決定する。2 曲目以降は、 $i$  曲目まで決定済みとして、テンポ評価値と再生推移評価値を用いて、

$$m_{i+1} = \arg \max_{j \in N} M(j) T(m_i \rightarrow j) \quad (5)$$

として決定する。このとき、プレイリスト内で楽曲の重複を避けるため、既にプレイリスト内に入っている楽曲は候補集合から除いておく。

この操作を適当なプレイリスト長となるまで繰り返すか、または、再生しながら逐次処理を行うことで、プレイリストを生成する。

## 4. 試作システム

### 4.1 システムの概要

試作システムでは、入力された精神テンポと音楽プレーヤー内に保存されている再生履歴から楽曲の推移を取得することによってプレイリストの生成を行う。図 2 は試作システムの動作のブロック図を示す。ここで、ユーザはシステムに対して精神テンポと気分補正值の入力を行い、音楽プレーヤー上で楽曲の聴取を行う。システムは音楽プレーヤー内に格納されている各楽曲のテンポ情報、ならびに再生情報の取得を行い、これらとユーザから入力された精神テンポと気分補正值によってテンポ評価値  $M(i)$  と再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  を決定する (ここで、 $i, j$  はユーザの所有楽曲の識別子である。  $T(i \rightarrow j)$  は楽曲  $i$  の次に楽曲  $j$  を再生した際の優先度である。)。決定したこれら二つの評価値を用いて推薦候補リストを生成し、推薦候補リストを音楽プレーヤー上に反映させることでプレイリストの生成を行う。

### 4.2 テンポ評価値 $M(i)$ の取得

試作システムでは、テンポ評価値を決定するためにユーザの精神テンポ、変化したい気分による補正值そしてユーザが所持している楽曲のテンポ (BPM) 情報を取得する。

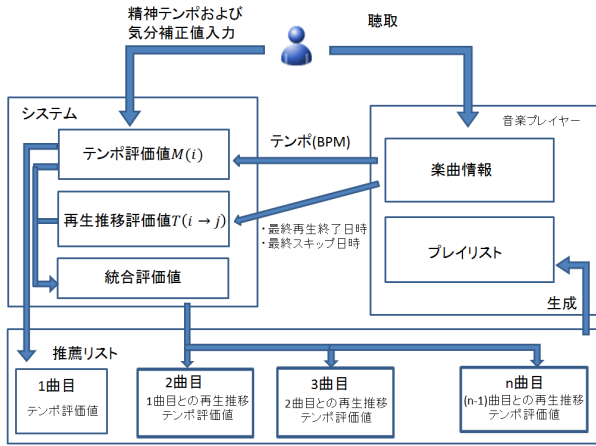


図2 試作システム

事前に音楽プレイヤー内で保管されている楽曲情報に格納されている全楽曲のテンポ (BPM) を取得する。今回は試作システム内で各楽曲の BPM の測定は行わず、試作システムとは別に MixMeister Technology 社 [16] の提供しているフリーソフト「MixMeister BPM Analyzer」を使用して、ユーザが所持している mp3 形式の音楽ファイルの BPM を自動測定、タグへの格納を行っており、これによって格納された BPM の数値を各楽曲のテンポとして試作システムが取得している。

精神テンポの取得は別途ツール上でタッピング法により測定し、その数値を入力する。精神テンポを入力後、ユーザ自身が変化したい気分を 2 択で表示するので、ユーザはどちらか該当する値を選択し、入力する。ここでの気分選択によって、基準テンポを計算するための補正值  $\kappa_d$  を決定する。この二つの操作によって得た値により (1) 式の基準テンポ  $\tilde{P}$  を計算する。

取得してきた各楽曲の BPM と基準テンポ  $\tilde{P}$  を (2) 式を用いて、各楽曲のテンポ評価値  $M(i)$  を計算する。計算を行った各楽曲のテンポ評価値は各曲名に紐付けして格納しておく。

### 4.3 再生推移評価値 $T(i \rightarrow j)$ の取得

再生推移評価値の格納を行うため、 $N \times N$  要素の再生推移表 (図 4) を作成する。各要素には前楽曲から次楽曲への再生推移評価値を格納する。最初は再生推移評価値が無いため、初期値として 0.5 を格納する。例として、図 4 の 6 行 2 列目の値は 1 で、これは、楽曲 ID=6 から楽曲 ID=2 の曲を再生する推移の評価値を表す。

次に再生推移情報を取得する。音楽プレイヤー内に保管されている全楽曲の「最終再生終了日時  $P_i$ 」, 「最終スキップ日時  $S_i$ 」および「演奏時間  $T_i$ 」を取得し、「最終再生終了日時」または「最終スキップ日時」のうち直近の値を「最終操作日時  $L_i$ 」として

$$L_i = \max(P_i, S_i) \quad (6)$$

を用いて「最終操作日時  $L_i$ 」を取得し、楽曲毎に各情報を表 2 のようにまとめる。

この表 2 を最終操作日時  $L_i$  の時系列降順となるように並べ替える。この順に各楽曲に改めて番号を 1 から振りなおし、 $M_i$  として表 2 を表 3 のように改める。表 3 のように最終操作日時の時系列順に並べ替えた後、最終操作差分  $\Delta L_i$  を

表 2 取得情報

楽曲ID	最終再生日時 $P$	最終スキップ日時 $S$	演奏時間 $T$	最終操作日時 $L$
1	$P_1$	$S_1$	$T_1$	$L_1$
2	$P_2$	$S_2$	$T_2$	$L_2$
3	$P_3$	$S_3$	$T_3$	$L_3$
⋮				
$i$	$P_i$	$S_i$	$T_i$	$L_i$
⋮				
$N$	$P_N$	$S_N$	$T_N$	$L_N$

表 3 並べ替え後情報

Order	楽曲ID	$P$	$S$	$T$	$L$	$L$ の並び
$M_1$	5	$P_1$	$S_1$	$T_1$	$L_1$	新
$M_2$	12	$P_2$	$S_2$	$T_2$	$L_2$	↓ 古
$M_3$	2	$P_3$	$S_3$	$T_3$	$L_3$	
⋮						
$M_i$	3	$P_i$	$S_i$	$T_i$	$L_i$	
⋮						
$M_N$	10	$P_N$	$S_N$	$T_N$	$L_N$	

$$\Delta L_i = L_i - L_{i+1} \quad (0 \leq \Delta L_i \leq T_i) \quad (7)$$

を用いて計算し、表 4 のように楽曲毎の属性として追加する。

表 4 最終的な取得情報

Order	楽曲ID	$P$	$S$	$T$	$L$	$\Delta L$
$M_1$	5	$P_1$	$S_1$	$T_1$	$L_1$	$L_1 - L_2$
$M_2$	12	$P_2$	$S_2$	$T_2$	$L_2$	$L_2 - L_3$
$M_3$	2	$P_3$	$S_3$	$T_3$	$L_3$	$L_3 - L_4$
⋮						
$M_i$	3	$P_i$	$S_i$	$T_i$	$L_i$	$L_i - L_{i+1}$
⋮						
$M_N$	10	$P_N$	$S_N$	$T_N$	$L_N$	

最終操作差分  $\Delta L_i$  は、最後の聴取における聴取していた時間とみなせるため、これと演奏時間  $T_i$  を用いてユーザの再生推移評価値を決定する。判断方法を図 3 に示す。

ここで、 $L_2$  と  $L_3$  の差分となる  $\Delta L_2$  と  $M_2$  の演奏時間  $T_2$  の大小関係が図 3 のように  $\Delta L_2 < T_2$  となっている場合、楽曲  $M_2$  は演奏時間よりも操作時間間隔が短いため、楽曲  $M_2$  に対しスキップ操作が行われたと判断できる。もし、 $\Delta L_2$  と  $T_2$  が  $\Delta L_2 \geq T_2$  である場合は、操作時間間隔が演奏時間以上の長さを持っているため、楽曲  $M_2$  に対しスキップ操作が行われてい

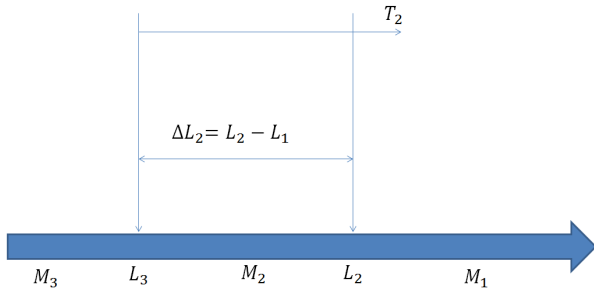


図3 再生推移図

ないと判断できる。つまり、

$$\begin{cases} \Delta L_2 \geq T_2 & \text{スキップなし} \\ \Delta L_2 < T_2 & \text{スキップあり} \end{cases} \quad (8)$$

と判断する事ができる。これにより再生推移評価値  $T(M_3 \rightarrow M_2)$  を

$$T(M_3 \rightarrow M_2) = \begin{cases} 1.0 & (\Delta L_2 \geq T_2) \\ 0.5 & (\Delta L_2 < T_2) \end{cases} \quad (9)$$

と決定する。

次に、前楽曲をスキップした場合について  $M_1$  まで考える。 $M_2$  をスキップし、 $M_1$  を最後まで再生した場合は  $M_3$  から  $M_1$  への再生推移をユーザが「肯定」したと考えるため、

$$\begin{cases} \Delta L_2 < T_2 \\ \Delta L_1 \geq T_1 \end{cases} \quad (10)$$

を満たす場合、 $M_3$  から  $M_1$  への再生推移評価値  $T(M_3 \rightarrow M_1)$  を

$$T(M_3 \rightarrow M_1) = 2.0 \quad (11)$$

と決定する事ができる。

(8) 式から (11) 式をまとめると、(12) 式ようになる。

$$\begin{aligned} T(M_j \rightarrow M_i) &= \begin{cases} 1.0 & (\Delta L_i \geq T_i) \\ 0.5 & (\Delta L_i < T_i) \end{cases} \quad (j = i + 1) \\ T(M_j \rightarrow M_i) &= 2.0 \quad (\Delta L_i \geq T_i \bigwedge_{i < k < j} \Delta L_k < T_k) \end{aligned} \quad (12)$$

(12) 式の判定を以降の楽曲に対しても行うことによって再生推移評価値を取得する。取得した再生推移評価値は生成された再生推移表に記入し、記入後の再生推移表を保管する。

#### 4.4 プレイリストの生成

4.2 節および 4.3 節によって得たテンポ評価値  $M(i)$  と再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  によってプレイリスト生成を行う。1 曲目は前再生曲が存在しないため、再生推移評価値は使用せず、(4) 式に基づきテンポ評価値  $M(i)$  が最も高い楽曲  $i$  を選定する。2 曲目以降の選定には 4.3 節で作成した再生推移表を使用する。前推薦曲 (ここでは 1 曲目)  $i$  に対して、図 4 の  $i$  行目がその次の再生曲に対する推移評価値であるから、それぞれの列に対してテンポ評価値との積を求めておき ((5) 式)、その最大値となる要素の列に対応する楽曲を次再生曲として推薦する。

例えば、図 4 の楽曲 ID=2 を 1 曲目として 2 曲目を推薦する場合、2 行 1 列目の再生推移評価値が 2.0 となっているため、楽曲 ID=1 のテンポ評価値  $M_1$  との積  $2M_1$  がこの時の楽曲 ID=1

		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
[1]		0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
[2]		2	0.5	0.5	0.5	1	0.5
[3]		0.5	1	0.5	2	0.5	2
[4]		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
[5]		1	0.5	1	0.5	1	2
[6]		0.5	1	0.5	1	0.5	0.5

図4 再生推移表

の評価値とする。以降も同様に各列の楽曲に対応するテンポ評価値との積を求め、その結果が最も大きい要素に対応する列の楽曲を次の楽曲として推薦する。これを必要な曲数まで繰り返していくことでプレイリストの生成を行う。

#### 4.5 システム上の制約

試作システムではいくつかの制約が存在する。まず、再生推移情報の取得は音楽プレイヤー内に保管されている情報に依存している。そのため、「最終再生開始日時」を評価値に使用することができない。また、「最終スキップ日時」は音楽プレイヤーの仕様上、楽曲再生から 2 秒~20 秒以内にスキップされた場合のみ格納される。2 秒以前または 20 秒を過ぎた後にスキップ操作を行った場合、「最終再生終了日時」および「最終スキップ日時」の両方とも音楽プレイヤー上では記録されない。スキップ操作が反映されない時間がある事への対策として本試作システムでは再生推移情報をの初期値をスキップされた場合と同じ 0.5 とした。また、試作システムでは楽曲のテンポ情報を取得するにあたって拡張子 mp3 形式のファイルに存在する ID3v2 タグ内の BPM 情報を用いた。そのため、mp3 以外の形式を持つ楽曲ファイルを推薦楽曲として使用することができない。

#### 4.6 ユーザの操作

実際にユーザが操作する際は次のような流れとなる。

(1) プログラムをダブルクリックし、システムを起動させる。プログラムが起動すると、プログラムが音楽プレイヤーを起動し、再生推移情報の蓄積を自動で行う。

(2) 初期化処理が終了後、インターフェース上に「あなたの精神テンポを入力してください。」と表示されるので、ユーザはあらかじめ測定した精神テンポの数値をインターフェースに入力する。

(3) 続いて「気分を盛り上げたい場合は 1、気分を落ち着きたい場合は 0 を入力してください。」と表示されるので、ユーザのその時の嗜好に沿う方の数値を入力する。

(4) 両方の数値を入力が終わると、システムが自動でプレイリストを生成し、音楽プレイヤーに登録する。ユーザはそのまま 1 で起動された音楽プレイヤー上ですぐにプレイリストの聴取を行える。

## 5. 実 験

### 5.1 目 的

本提案手法では、気分誘導をいかに自然かつスムーズに行え

るかに焦点を当てる。スキップ操作はユーザが現在聴取している楽曲に対して何らかの違和感を持つ事によって、その楽曲は「今は聴きたくない」と感じた場合に行われる。よって、本研究ではスキップした回数が少ないほどユーザが楽曲と楽曲のつながりに違和感を持たなかったとし、スキップが少ないほどスムーズな楽曲の聴取を行っていると考える。

そこで、実験では提案手法の他に3つの比較手法を用い、比較手法と比べる事と、3.3節の再生推移情報の蓄積に伴う推薦の良さの推移を見るためプレイリスト聴取時に行われるスキップ操作の回数をスキップ率として測定し、提案手法が比較手法と比べてユーザにとってどの程度自然な楽曲聴取が行われたかを検証する。比較手法にはランダム生成、テンポ評価値のみを用いた生成、再生推移情報のみを用いた生成の3つを用いる。

## 5.2 推薦の良さ

従来、楽曲推薦の評価としてはアンケート法が主流である。アンケート法は被験者の嗜好にどの程度合ったプレイリストが生成できたかを評価することに対しては有効である。しかし、5.1節に述べたとおり、本研究ではプレイリスト内の楽曲をいかにスムーズに聴取できたかを評価する。その場合、アンケート法では聴取後の個人の感想や思想が混入してしまう可能性がある。

これを避け、かつ定量的な評価を行うためにプレイリスト内でのスキップ率を評価に用い、スキップ率が低いプレイリストほど「推薦の良い」プレイリストとする。

スキップ率を測定に用いる理由として、ユーザがスキップ操作をする理由と気分誘導を行うという二つの理由が挙げられる。ユーザがスキップ操作を行う理由は、「今はその楽曲を聴きたくない」といった違和感を覚えるためである。そのため、スキップ操作をされた楽曲は推薦すべきでない楽曲となるので、スキップ率を測定することによって、推薦されるべきでない楽曲が何曲推薦されてしまったかの測定が行える。また、このようなスキップされるべきでない楽曲が多く推薦されてしまうと、気分誘導に必要な楽曲の聴取が満足に行えない場合がある。この二つの理由から、プレイリスト内のスキップ率を測定することとした。

また、本提案手法では再生推移情報を推薦の際に考慮している。再生推移情報は楽曲の聴取期間が増加するほど情報として蓄積する。そのため、期間の増加や聴取楽曲数の増加に伴い再生推移評価値の精度が高まるので、プレイリスト内のスキップ率も同様に期間の増加や聴取楽曲数の増加に伴って低下していくと考えられる。

加えて、提案手法によって生成されたプレイリスト内のテンポが生成するさいに基準となったテンポと離れすぎている場合、気分誘導を満足に行えない。そのため、各手法で生成されたプレイリスト内のテンポが基準テンポにどの程度近い値となっているかも評価した。

## 5.3 実験の条件および手順

本実験の参加者は20台前半の男性5名である。各人は各々の持つ200曲~3000曲程度について実験に参加した。実験では、まず再生推移情報を蓄積するために、21日間の再生推移情報蓄積期間を設けた。この期間中、被験者はプレイリスト生成の制約を受けずに自身の所持している楽曲を指定の音楽プレイ

ヤーを用いて聴取を行う。

その後、実際にプレイリスト生成を行い、プレイリスト内の楽曲を聴取してもらうプレイリスト聴取期間を28日間取った。再生推移情報蓄積期間とプレイリスト聴取期間共に音楽の聴取は普段どおりに行ってもらい、生成されたプレイリスト内のスキップ率を測定した。このとき、参加者にはプレイリストがどのようなアルゴリズムによって生成されたものであるかは一切知らせない。

生成されるプレイリスト長は提案手法、比較手法共に12曲に固定した。

実験の手順は次のとおりである。

**STEP1.** 実験の事前準備として、被験者の所持しているmp3のID3v2タグにBPMの数値を入力してもらう。取得方法については外部フリーソフトウェアによって自動計測及びID3 v 2タグ内への格納をした。

**STEP2.** 実験開始から21日間を再生推移情報蓄積期間として21日間は被験者が普段聴取してる姿勢で音楽の聴取を行ってもらう。これによって楽曲の「最終再生終了日時」および「最終スキップ日時」の蓄積を行い、プレイリスト生成をスムーズに行えるようにする。また、再生推移情報の取得のため、この期間が終了後も音楽の聴取は普段どおり続けてもらう。

**STEP3.** 再生推移情報蓄積期間が終了した翌日からプレイリスト聴取期間に入る。この期間では1日1回プレイリスト生成を行ってもらうため、STEP4からSTEP7の手順を1日1回繰り返してもらう。

**STEP4.** 試作システムを起動する。試作システムの操作は4.6節と同様である。

**STEP5.** STEP4の入力が終わると、日付と被験者によって、提案手法生成、ランダム生成、テンポ評価値を用いた生成、再生推移情報のみを用いた生成のいずれかを行う。これらのいずれの手法による生成であるかは被験者にらせていない。

**STEP6.** STEP5で各プレイリストが生成されるので、被験者は生成されたプレイリストの聴取を行う。聴取は普段どおりに行ってもらい、操作履歴を取得する。

**STEP7.** プレイリストの楽曲全て聴取し終わったら、聴取履歴を取得するためのプログラムを起動させ、プレイリストの聴取履歴をログに蓄積させる。

**STEP8.** STEP4からSTEP7の作業を28日間行い、この期間の楽曲の聴取履歴を収集した。

STEP4からSTEP7の手順および取得ログは図5のようになる。システム終了段階で取得したログの実際に生成したプレイリストと、ログ取得プログラムによって取得したログから、生成されたプレイリスト内楽曲の最終操作からその時生成したプレイリスト内のスキップ率を測定する。

## 5.4 比較手法

本実験では、ランダム生成、テンポ評価値、再生推移のみの3手法を比較手法とする。

ランダム生成では、被験者の所持している全 $N$ 曲の中から、ランダムに12曲のプレイリストを生成する。この場合でも、被験者に対しては精神テンポの測定と変化したい気分に沿う値の入力を求めるが、その値は生成に対しては一切影響しない。

テンポ評価値 $M(i)$ のみを用いた生成では、システム起動時

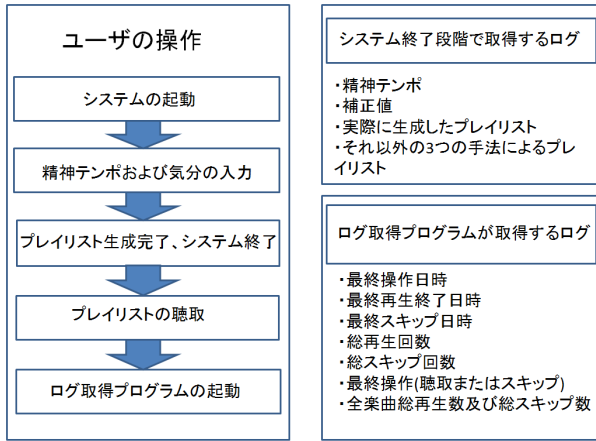


図5 実験手順および取得ログ

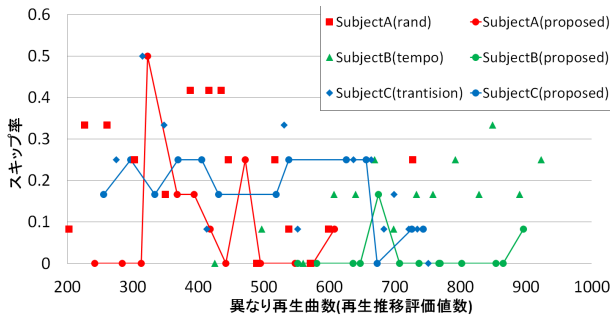


図6 実験結果

に入力された被験者の精神テンポ  $P$  と、被験者が変化したい気分に沿う値  $\kappa_d$  によって (1) 式の基準テンポ  $\tilde{P}$  を決定する。この基準テンポ  $\tilde{P}$  と被験者の所持楽曲それぞれのテンポ  $B_i$  を用いて、(3) 式によるテンポ評価値  $M(i)$  を全ての楽曲で計算する。この値が最も大きい12曲をプレイリスト候補楽曲として推薦する。また、この時プレイリストに加える順番は評価値の高い値から降順である。

再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  を用いた推薦では、4.3 節で作成した再生推移表を用いる。ただし、1 曲目には直前の楽曲が存在しないため、被験者がシステム起動に入力した精神テンポ  $P$ 、変化したい気分に沿う値  $\kappa_d$  として被験者の全所持楽曲のそれぞれのテンポ  $B_i$  を用いたテンポ評価値  $M(i)$  が最も高い楽曲を1曲目として選定する。その後は、逐次的に再生推移表を用いて、楽曲  $i$  に対応する行の中で最も再生推移評価値  $T(i \rightarrow j)$  が高い要素に対応する列の楽曲  $j$  を次の楽曲として決定する。このとき、最大値が二つ以上存在する場合は、最後に出現した最大値を持つ楽曲が選定される。

以上3つの手法を比較手法として用いている。提案手法を用いた各手法がどの情報を考慮しているかを表5にまとめた。

表5 各手法の考慮している情報

手法名	テンポ情報	再生推移情報	一様乱数
ランダム手法			○
テンポ手法	○		
再生推移手法		○	
提案手法	○	○	

## 5.5 結果

実験結果を図6および表6から表9に示す。

表6 各被験者の平均スキップ率

被験者	ランダム手法	テンポ手法	再生推移手法	提案手法
A(赤)	0.222	*	*	0.096
B(緑)	*	0.161	*	0.019
C(青)	*	*	0.192	0.179

表7 被験者Aの各手法のPL内テンポと基準テンポ

	基準-PL 平均	PL 内標準偏差	RMSE
ランダム手法	77.37	24.07	81.11
提案手法	62.85	21.07	66.38

表8 被験者Bの各手法のPL内テンポと基準テンポ

	基準-PL 平均	PL 内標準偏差	RMSE
BPM 手法	4.08	0.78	5.05
提案手法	11.77	14.04	19.62

表9 被験者Cの各手法のPL内テンポと基準テンポ

	基準-PL 平均	PL 内標準偏差	RMSE
再生推移手法	79.58	33.65	83.35
提案手法	60.13	30.85	68.81

本実験において、5名中1名はプレイリスト聴取期間中、推薦手法にかかわらず一切スキップを行わなかったため、結果より除外した。さらに別の1名は、プレイリスト聴取期間中のプレイリスト生成数が少なく、他手法との比較が行えないために除外した。

図6は再生推移評価値数に対するスキップ率の遷移である。縦軸がスキップ率で今回生成した全12曲のプレイリスト内で何曲スキップしたかを比率によって表したものである。横軸が再生推移評価値数で、楽曲の推薦を行う際に用いた再生推移評価値の総数である。同色の点は同一人物の実験結果であり、同形の点は同じ手法の実験結果である。生成されるプレイリストは一人の被験者につき一つの比較手法と提案手法である。例として、被験者Aはランダム手法と提案手法の二つのプレイリストを聴取し、そのスキップ率を測定している。また、提案手法の実験結果のみ、線を引いて表現している。このグラフでは、縦軸の値が低いほど良い結果といえる。

表6はプレイリスト聴取期間中に各手法によって生成されたプレイリストの平均スキップ率である。よって、この表内の各値が小さいほど、そのプレイリストはスキップされにくく、スムーズな聴取が行えたとする。表7から表9は被験者AからCの比較手法と提案手法それぞれの手法によって生成されるプレイリストの「生成時の基準テンポと生成されたプレイリスト内平均テンポの差の平均」「生成プレイリスト内の標準偏差の平均」「生成時の基準テンポと生成されたプレイリスト内楽曲のテンポの平均二乗誤差の平均」である。「基準テンポとPL内平均テンポの差」は小さいほど良く、「標準偏差」が小さいほどテンポのばらつきが少なく、「平均二乗誤差」が小さいほど基準テンポに近い楽曲を多く推薦できたことになる。

赤の被験者はランダム手法と提案手法についてスキップ率を測定した。ランダム手法はテンポ評価値と再生推移評価値ともに使用せずに一様乱数による楽曲推薦を行っている。そのため、他の手法と比較しても平均スキップ率が高い。これに対して提

案手法は一部高いスキップ率を出したが全体的にスキップ率が低く、ランダム手法と比べてスムーズな聴取が行えているといえる。表7を見ると、ランダム手法に対して提案手法がすべての項目において小さい値を取っているため、テンポにおいても有効性が確認できる。

緑の被験者はテンポ手法と提案手法についてのスキップ率を測定した。テンポ手法ではテンポ評価値のみを使用したプレイリスト生成を行っているため、気分誘導効果を狙うという目的の上では有効な手法であるが、再生推移評価値を考慮していないため一定の曲でスキップ操作が行われるため、スキップ率が若干高い。提案手法はテンポ手法と比較すると、気分誘導効果の観点ではテンポ手法に劣るが、再生推移評価値を考慮したプレイリストを生成するので、スキップ率の低下が確認できている。よって、スムーズな聴取が行えるという点も考慮し、提案手法の有効性が確認できる。表8を見ると、テンポ手法が常に提案手法よりも優位の値を取っていることから、気分誘導のみを考慮するという点においてはテンポ手法が有効であると確認できる。

青の被験者については、再生推移手法と提案手法についてスキップ率を測定した。この二つの手法による生成ではスキップ率にほとんど差異が見られない。理由として、再生推移評価値のみを扱う再生推移手法では、被験者の現在の嗜好に近い楽曲を推薦していく事になるため、他の比較手法と比べるとスキップ率は低くなる事が挙げられる。表9を見ると、再生推移手法よりも提案手法がすべての項目において小さい値となっていることから、つながりの良さだけを考慮した場合は再生推移手法に劣るが、気分誘導を狙うという点において提案手法が優位であることが確認できる。

全体として、提案手法は比較手法と比べて、スキップ率の点で再生推移手法以外の比較手法よりも一定の有効性があることが確認できた。再生推移手法についても、気分誘導効果を考慮した場合、提案手法の方が有効である。その一方で、再生推移評価値数の増加に伴うスキップ率の低下傾向は確認できなかった。この理由として、プレイリスト聴取期間中に精神テンポが安定していた場合、テンポ評価値がほぼ同値になる場合がある。そのため、第1曲目をテンポ評価値のみで決める本提案手法では、複数のプレイリストで第1曲目が同じ楽曲になってしまう事がある。この場合、この楽曲からつながる再生推移評価値が多く使用されるが、他の楽曲の再生推移評価値が使用されないため、特定の再生推移評価値を多く利用してしまった可能性があげられる。また、被験者Aと被験者Cの結果から、精神テンポに対する補正值を高く設定してしまうと、ユーザが所持している楽曲の最大テンポよりも大幅に高いテンポを基準テンポとしてしまうことが確認できた。同様に補正值を低く設定してしまうと最低テンポよりも小さいテンポを基準テンポとしてしまうことが考えられる。

## 6. おわりに

本論文では、精神テンポを基準とし、楽曲のテンポによる「気分誘導」を狙って、ユーザの望む気分へ沿わせるような音楽プレイリストの生成を楽曲の再生推移情報も考慮して行う手法を提案した。実験で聴取のスムーズさを検証するためスキッ

プ率を測定し、再生推移手法以外の比較手法よりもスキップ率が低下している事が確認できた。

今後の課題として、被験者数を増やし、実験期間の拡大を行った実験によるより詳細な検証が挙げられる。また、第1曲目に同じ楽曲が多く推薦されてしまう可能性に対して、テンポ評価値の高い楽曲の中から候補を表示してユーザの選択によって1曲目を決定するという操作を追加することが考えられる。また、基準テンポを決定する際の補正值として、1.6および0.4という数値ではユーザが所持している楽曲の最大・最少テンポから大きく離れたテンポを基準テンポとしてしまう事が確認できたため、補正係数の変更が必要であると考えられる。

## 文 献

- [1] ALTSHULER, I. M., "The past, present and future of musical therapy.", Music therapy, Philosophical Library, pp. 24-35, 1954.
- [2] Husain, G., Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., "Effects of musical tempo and mode on arousal mood and spatial abilities.", Music Perception, 20(2), pp.151-171, 2002.
- [3] L. William Stern, "Das psychisch Tempo", Uber psychologie der individuellen differenzen, Leipzig, J.A.Barth, 1900.
- [4] 武中 美佳子, 岡井 沙智子, 小原 依子, 井上 健, "心拍を基準としたテンポのリズム聴取による生理反応に関する研究", 臨床教育心理学研究 31(1), pp. 43-55, 2005-03-25.
- [5] 梶 克彦, 平田 圭二, 長尾 確, "状況と嗜好に関するアンケート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, [音楽情報科学], 2004(127), pp. 33-38, 2004-12-12.
- [6] 西尾 翼, 河野 浩之, "感性情報とランキング情報による楽曲推薦システム", 南山大学大学院 数理工学情報研究科 2011 年度 修士論文・OJL 報告書要旨集, 2012.
- [7] 小松 浩久, 小笠原 直人, 佐藤 究, 布川 博士, "楽曲再生ソフトの操作履歴を用いた嗜好と状況に合わせた楽曲推薦", 情報処理学会研究報告, GN, [グループウェアとネットワークサービス], 2008(7), pp. 1-6, 2008-01-24.
- [8] SD-Juckbox Ver.6.0 Light Edition, "http://panasonic.jp/support/software/sdjb/prod/v6/v6le/ordinary/main05.html" アクセス日 2014-03-10.
- [9] 山口 大輔, 白石 喜明, 岩田 彰, "暗黙の評価を含む再生履歴に基づく多様な楽曲推薦", 電子情報通信学会技術研究報告. LOIS, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム 110(450), p. 7-12, 2011-02-24.
- [10] 松本じゅん子, "音楽の気分誘導効果に関する実証的研究: 人はなぜ悲しい音楽を聴くのか", 教育心理学研究 50(1), pp. 23-32, 2002-03-31.
- [11] 内藤 正智, "音楽聴取後の感情変化についての研究-テンポとメロディと曲に対する好みと感情尺度と癒し感情に与える影響", 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要 (7), pp. 443-452, 2007-02.
- [12] 道畑 貴之, 米田 達矢, 辻野嘉宏, "ユーザの気分に基づく自動選曲法における楽曲特徴の効果", 情報処理学会研究報告. EC, エンタテインメントコンピューティング 2006(134), 37-42, 2006-12-16.
- [13] ダイアナ・ドイチュ(著), 寺西立年, 大串健吾, 宮崎謙一(監訳), "音楽の心理学(上)", 西村書店, pp. 184-191, 1987.
- [14] 渡辺茂夫, "1/f ゆらぎと音楽療法", ストレス科学, 並びに健康科学への対応 音楽療法研究 第一線からの報告 p125, pp. 26-30. p 138, 4-10 音楽之友社, 1996.
- [15] 佐治順子, 菅井 邦明, 佐治 量哉, "痴呆性高齢者への音楽療法効果に関する一考察-「固有テンポ」の経年変化を通して-", 音楽療法学会誌, 3, 2003.
- [16] "MixMeister Technology", http://www.mixmeister.com/. アクセス日 2014-02-26.