原著論文

印象の有無のみの感性評定を用いた状況に応じた楽曲選択法とその応用

津谷 篤*, 西牧 駿矢**, 小見 裕明*, 田中 敦*

* 山形大学大学院理工学研究科, ** ドコモエンジニアリング東北株式会社

Music Selection Method Appropriate for Users' Situations and its Application Using Kansei Evaluation Only by the Existence of Impression

Atsushi TSUYA*, Toshiya NISHIMAKI**, Hiroaki OMI* and Atsushi TANAKA*

* Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, 4-1-16 Jounan, Yonezawa-shi, Yamagata 992-8510, Japan

** DOCOMO Engineering Tohoku Inc., 1-5-3 Itsutsubashi, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi 980-0022, Japan

Abstract : A music selection method appropriate for users' various situations is proposed in this paper by accumulating only information whether each music has specific impression or not. For its application, a method which predicts users' situations and create appropriate playlists automatically from their music selection is also proposed. Since the validity of the above two points were confirmed, an easy kansei evaluation by the existence of impression is very useful for the music recommendation.

Keywords : Music, Yahoo! music, Music player

1. は じ め に

近年、携帯音楽プレーヤーの小型化、大容量化から、場所を選ばず音楽を楽しむことが可能となった。その反面、大容量化により、演奏する曲を大量の楽曲から選択しなければならなくなった。音楽を聴きたいと思ったとき、毎回いちいち苦労して楽曲の選択をするようなことは、多くの人がしたくないはずである。

このようなことも理由となりユーザが求める楽曲を選曲、推薦する手法が数多く提案されている [1]。計算機とインターネットの進歩により、楽曲推薦の研究は、音声分析で楽曲特徴量を取得し人が求める特徴を持つ楽曲を推薦するといった音声分析ベースの研究 [2] と、インターネットショッピングなどで購入履歴が似ている人が購入している商品を推薦するといった協調フィルタリングベースの研究 [3] が盛んに行われている。しかし、インターネットの進歩により、楽曲に関する大量の記述を容易に入手することができるようになったことを忘れてはならない。筆者らは音声分析や協調フィルタリングを用いる楽曲推薦同様に、インターネット上の楽曲に関する記述を取得し、それに基づいて楽曲推薦を行うという方法も現在では十分に現実的と考える。筆者らは最終的にはウェブ上に書き込まれた楽曲の印象に関する文章を参照することによって、その楽曲の感性評定値を得て楽曲推薦に活かすことを目標にしている。楽曲の印象に関するアンケート結果を用いて楽曲推薦することを考えると、真っ先に思い浮かぶのがSD法や単極評定法のように、人にどのような印象をどの程度の強さで抱かせるかを段階評定してもらう方法である。しかし、楽曲の感想に関する文章から印象の情報を得ることを考えた場合、1つの文章から段階評定アンケー

トのようにある印象の強さを得ることは非常に難しい。それに対し、1つの文章から「この楽曲はある印象を抱かせると感じた」というような印象の有無に関する情報を得ることは比較的容易であるといえる。例えば、文章中に「この曲は明るい」という書き込みがあれば、文章の作者は楽曲に明るさを感じたと解釈できる。

ところで2012年8月までYahoo! ミュージックというインターネット音楽サイトがYahooJapan上に存在していた。このサイトでは楽曲を所持するユーザに楽曲に関する印象の有無の感性評定を行わせ、その結果を集計し、その時までのユーザらの何%がその楽曲に特定のイメージを感じたかをグラフで示していた。つまりYahoo! ミュージックは「印象の有無の感性評定暫定結果と考えることができる数値」をグラフとして示していたといえる。

本論文では、各楽曲の各印象の有無という感性評定の暫定評定値を用いてユーザが置かれた状況に適した選曲を行う方法を提案する。今回は印象有無の評定値の例としてYahoo! ミュージックの評定値を用いる。さらにそれを応用し「ユーザが音楽を聴く状況を予測し、その状況で求められる楽曲で成り立つプレイリストを自動的に作成する」方法を示す。印象の有無という2値評定から得た評定値を用いて本提案手法が可能であることを示すことは、ウェブ上に書き込まれた楽曲の印象に関する文章からユーザが置かれた状況に適した楽曲を選択する方法の高い可能性を示すことになる。本論文ではある状況で人々に聴きたいと思われる楽曲とその状況の関係を「状況に合った楽曲」「状況にマッチする楽曲」「状況に適した楽曲」と表現することとする。

本論文ではまず、関連研究 (2章) とYahoo! ミュージックの説明をする (3章)。続いて様々な状況でどのような印象の楽曲がマッチすると思われるかをアンケートによって求

めた結果を示す(4章)。印象はYahoo!ミュージックで用いられている16の感性評定項目に合わせたものとする。

次に、このアンケート結果と各印象の有無による感性評定結果であるYahoo!ミュージックの評定値を用いて「ユーザーの状況に合った楽曲を選択する」方法を示す(5章)。続いて、本提案手法および応用例の評価実験を行う(6章)。

2. 関連研究について

本研究のようにユーザーが置かれている状況を考慮し、状況に合った楽曲推薦を行なう仕組みに関する研究が多数行われている。

井上らはユーザーが置かれている場所やその場所での活動と、ユーザーの気分や感性に合う音楽ジャンルとの関係进行分析している。音楽の構成要素の組合せが無数にあることからベースラインとドラムパートのみのサンプル曲を用いて実験が行われているが、分析結果を応用したシステムでは被験者が指定する状況に対して8割の確率で適切なジャンルが提示されたという結果が出ている[4]。

桐本らはユーザーがシステムに対する入力として与えた風景画像の色彩情報から環境状況コンテキストとして「天候」を判定し、風景画像のコンテキストと対象の楽曲群との相関を計算することでより相関の強い楽曲が推薦される手法を提案している[5]。

これらに対し、本論文の提案手法は“ユーザーが何を行っている状況かを示す選択肢からの選択”を入力とし、その状況で人々に聴きたいと思われている楽曲を確率的に出力するものである。

3. Yahoo!ミュージックにおける「曲の印象」

Yahoo!ミュージックとは2000年にYahooJapan上で開設され2012年8月に終了したサービスである。「楽曲単位」「CD単位」「アーティスト単位」それぞれでレビューや評価が記述されているページが存在しており、ユーザーは「楽曲」のページで、この楽曲に合う印象を16項目の印象語のうちから選び入力することができる(図1)。これら16の印象語は「おしゃれ」「クール」「グルーヴィー」「さわやか」「セクシー」「センチメンタル」「ソウルフル」「ダンサブル」「ノリノリ」「ハード」「ファンキー」「ポップ」「ムーディー」「リラックス」「号泣」「BGM向き」となっている。

さらに、多数のユーザーが評定した楽曲の印象は集計され、各「楽曲」のページ上の「曲の印象」というコーナーで、回答者のうちのどの印象語を何%の人が選んだかがグラフとして表される(図2)。つまり、このグラフが鑑賞者たちにとってのその楽曲のイメージを示しているととれる。楽曲に合う印象語を誰も入力していない場合は誰も入力していないというメッセージが表示される。誰も入力していない印象語のグラフは0%表示となる。「曲の印象」で用いられている評定項目は入力と同様の印象語16項目となっている。

作品の印象			
☐ ポップ	☐ おしゃれ	☐ さわやか	☐ BGM向き
☐ ノリノリ	☐ グルーヴィー	☐ クール	☐ ハード
☐ 号泣	☐ ファンキー	☐ リラックス	☐ ムーディー
☐ ダンサブル	☐ センチメンタル	☐ ソウルフル	☐ セクシー

図1 Yahoo!ミュージックの「楽曲の印象」入力

図2 「曲の印象」

検索サービスサイトGoogleの検索結果によると、この「楽曲単位」のページは2012年2月の段階で、重複を含め185万ページ存在していることになっている[6]。

4. 様々な状況で求められる楽曲の印象アンケート

人が音楽を聴く状況に関する調査がインターネット上でいくつも行われている。

アサヒグループホールディングス・ハピ研毎週アンケートの全国20歳以上の男女1612人を対象としたインターネット調査「どんなシチュエーションで音楽を聴く？」のアンケートでは回答が多い順に、1位：車の中で50.9%、2位：自宅44.5%、3位：自宅ですつろぎタイムに43.1%、4位：家事・掃除をしているとき21.4%、5位：電車・バスなどの通勤時20.9%、6位：テレビを観ながら18.2%、7位：趣味をするとき11.6%、8位：仕事をしながら10.6%、9位：寝るとき9.3%、10位：お酒を飲むとき8.4%となっている[7]。

ファミリーネットジャパンテポレ調べるRESEARCHの全国男女59379人(男性34870人、女性24509人)を対象としたインターネット調査「あなたは、どのようなときに音楽を聴いていますか？」のアンケートでは回答が多い順に、1位：車を運転しているとき49.0%、2位：自宅ですつろいでいるとき42.5%、3位：通勤・通学時25.7%、4位：趣味を楽しんでいるとき16.7%、5位：家事をしているとき15.5%、6位：音楽番組などのテレビを見ているとき12.5%、7位：就寝前9.0%、8位：仕事をしているとき8.7%、9位：散歩をしているとき6.6%、10位：目を覚ましたとき4.2%となっている[8]。

印象の有無のみの感性評定を用いた状況に応じた楽曲選択法とその応用

リサーチバンク音楽に関する調査の10代から60代の全国男女1323人（男性635人、女性693人）を対象としたインターネット調査「あなたはどこで音楽を聴いていますか？」のアンケートでは回答が多い順に、1位：自宅79.9%、2位：車43.3%、3位：電車やバス29.6%、4位：歩きながら25.3%、5位：会社6.0%となっている[9]。

以上のうち、「就寝前」「起床時」「運動中」「勉強・作業中」「ドライブ中」「通勤・通学中」の6つの状況に関して、その状況で人々から求められる楽曲の印象をアンケートで求めた。他に「ランニング中」という回答があったということだったので、「散歩しているとき」と「歩きながら」はランニング中に近いと考え「運動中」と解釈した。「仕事をしながら」「仕事をしているとき」「会社で」は「勉強・作業中」と解釈した。各アンケートで「自宅にくつろいでいる」という状況に音楽を聴くという回答も非常に多かったが、例えばくつろいで本を読みながらといった同時に行う行動と、自宅のどこでくつろぐかということが大きな結果のばらつきを生じさせることが考えられるため、今回は扱わないことにした。提示する6状況のとき聴きたい楽曲はどのような印象の楽曲かを、Yahoo!ミュージックで用いられている印象語16項目から選択し回答してもらった。そして得られた回答を集計し、どのような状況でどのような印象を持つ楽曲がどの程度の割合の人に求められるかを求めた。

- 実施時期：12月
- アンケート回答者：大学生55名（男：女≒45：10）
- 状況：「就寝前」「起床時」「運動中」「勉強・作業中」「ドライブ中」「通勤・通学中」
- 楽曲のイメージを示す印象語：Yahoo!ミュージックで用いられている「a.おしゃれ」「b.クール」「c.グルービー」「d.さわやか」「e.セクシー」「f.センチメンタル」「g.ソウルフル」「h.ダンサブル」「i.ノリノリ」「j.ハード」「k.ファンキー」「l.ポップ」「m.ムーディー」「n.リラックス」「o.号泣」「p.BGM向き」
- 質問：「次の状況であなたが聴きたいと思う曲はどのような曲ですか？下のa～pの中からいくつか選んで（ ）の中に記入して下さい。意味がまったく分からない言葉がある場合は、その言葉以外の言葉を選択して下さい。」

4.1 ある状況で聴きたい楽曲印象アンケート結果のグラフ

縦軸に印象語、横軸に何パーセントの回答者が聴きたい曲の印象としてその印象語を求めるかをグラフ示す。これらグラフはいわば各状況で人々が聴きたい楽曲のイメージととることができる。それぞれのグラフを「就寝前」－「起床時」、「運動中」－「ドライブ中」－「通勤・通学中」－「勉強・作業中」、という組で比較して見ていく。

4.1.1 「就寝時」と「起床時」の結果比較（図3）

- 「就寝時」「起床時」ともに「ムーディー」であることは求められていない
- 「就寝時」に「ソウルフル」「ダンサブル」「ハード」

図3 就寝と起床の印象アンケート結果

「ファンキー」「ポップ」を求める人は少ない

- 「起床時」に「さわやか」を求める人が20%半ば存在
- 「就寝時」に「リラックス」を求める人が50%以上、「BGM向き」を求める人が30%以上

4.1.2 「運動中」「勉強・作業中」「ドライブ中」「通勤時」の結果比較（図4）

- 4状況とも「おしゃれ」「グルービー」「センチメンタル」「ソウルフル」「ダンサブル」「ファンキー」「ムーディー」「号泣」を求める人は非常に少ない、「セクシー」を求める人はいない
- 運動中、ドライブ中とともに最も求められているのは「ノリノリ」で40%程度の回答があり、続いて「ポップ」が20%半ばといった共通点が見られる
- 通勤・通学中、「ポップ」が40%以上回答されており最も求められる楽曲イメージとなっている。続いて「ノリノリ」が20%以上の値をとっている
- 勉強・作業中では「BGM向き」が非常に多くの人から求められており64%までになっている。続いて「リラックス」が高く20%以上となっている

図4 運動中、勉強・作業中、ドライブ中、通勤・通学中の印象アンケート結果

4.2 全体を通した結果

以後様々な状況に関するアンケート結果から得られた16種の印象語に関する情報を示していく。表1に「各印象語の状況にマッチすると回答された割合の平均」と「各印象語の状況にマッチすると回答された割合の標準偏差」を示す。表の平均値が高い印象語は状況のうちの指定状況にマッチすると回答された回数が高かったものである。表の標準偏差が高い印象語は、各状況での回答率の差が大きいものである。つまり状況により回答率が大きく変化しているものであり、標準偏差の大きい印象語ほど、楽曲が状況とマッチするかを判断するとき重点的に見られていると考えることができる。回答率平均、回答率標準偏差ともに低い値をとっている印象語は、状況が変わっても低い回答率で安定しているということなので、少なくとも本研究で挙げている状況においては、楽曲の印象としてほとんど求められていないといえる。

表2には、状況に合う印象語としてある語が回答された場合に他の語も回答されている条件確率上位のものを示す。ただし表1で示されている単独の回答率平均が小さい印象語の回答が条件となっているものは除外した。この表で最

表1 各印象語の状況にマッチすると回答された割合の平均とその標準偏差

印象語	平均値	印象語	標準偏差
リラックス	0.214	BGM向き	0.144
ポップ	0.210	ノリノリ	0.140
BGM向き	0.206	リラックス	0.138
ノリノリ	0.201	ポップ	0.119
さわやか	0.118	センチメンタル	0.092
クール	0.108	さわやか	0.079
ハード	0.104	ハード	0.061
センチメンタル	0.077	ファンキー	0.047
おしゃれ	0.073	クール	0.041
ソウルフル	0.049	号泣	0.040
ファンキー	0.043	おしゃれ	0.038
号泣	0.035	ソウルフル	0.030
ダンサブル	0.026	ムーディー	0.029
ムーディー	0.022	ダンサブル	0.026
グルーヴィー	0.019	グルーヴィー	0.016
セクシー	0.006	セクシー	0.011

表2 回答印象語の条件確率上位

1列目の印象語が回答されたとき、 2列目の印象語も回答されている確率		条件確率
ハード	ノリノリ	0.500
クール	リラックス	0.361
おしゃれ	リラックス	0.357
ノリノリ	ポップ	0.335
センチメンタル	リラックス	0.322
ポップ	ノリノリ	0.321
ハード	ポップ	0.313
さわやか	ポップ	0.275
おしゃれ	クール	0.268
ノリノリ	ハード	0.258
クール	ポップ	0.217
おしゃれ	ノリノリ	0.214
おしゃれ	ポップ	0.214

も高い条件確率となっているものは「ハード→ノリノリ」の条件確率となっている。これとは逆の「ノリノリ→ハード」の条件確率も高い値となっており、「ハード」と「ノリノリ」自体の共起確率が高いことがわかる。「ノリノリ」「ポップ」も両方向で条件確率が高く共起確率が高いことになる。「クール→リラックス」の条件確率が高い値をとっている。「クール」という言葉が、「冷静な」、「さめた」という意味だけではなく「カッコいい」「いかす」という意味でも用いられるようになって久しいが、この「クール→リラックス」の条件確率の高い値は、回答者が「クール」を「熱くない」「冷静」という意味で解釈したと考えられる [10, 11]。

5. 提案手法

5.1 ユーザの状況に応じて楽曲を選択する方法の概要

印象有無の感性評定の集計から得た「楽曲印象データ」とアンケート結果から得た「状況とその状況に合う楽曲の印象値」を照らし合わせ得られる各楽曲の「状況適合度」を各状況にマッチする可能性の度合いを示すコンテンツ特徴量、「ユーザの状況（またはユーザが指定する状況）」と「ユーザが所持する楽曲」をユーザプロファイルとして、「ユーザが所持している楽曲の中から、現在のユーザの状況（またはユーザの指定する状況）に合う楽曲を確率的に選択する」ことを行う。流れは以下の通りとなる。

1. 「楽曲印象データ」を用意する。これは各楽曲がある印象を持つと判定された割合の暫定数値を示す。
2. 続いて、ユーザは「自分の現在の状況（またはユーザが指定したい状況）」を選択する。
3. 次に、「楽曲印象データ」とアンケートで求めた「状況とその状況に合う楽曲の印象値」、「ユーザの状況（またはユーザが指定する状況）」、「ユーザが所持する楽曲」を照らし合わせ、「楽曲印象データ」に存在する全楽曲の「状況適合度」を得る。
4. 「状況適合度」が高い楽曲ほど高い確率で選択する確率的選択で選曲を行う。

5.2 状況適合度

5.2.1 状況適合度の基本的な考え方

状況適合度は、多くの人がその曲を状況に適すると判断する可能性を示す度合いとして定義される値である。状況適合度の基本的な考え方を示す式を基本状況適合度 $popt$ として式1に示す。

$$popt(s, c) = a \cdot \sum_{i=1}^{imN} sw(imY(s, i)) \cdot imH(c, i)$$

ただし

$$\begin{cases} sw(k) = 1 (k > 0) \\ sw(k) = 0 (k = 0) \end{cases} \quad (式1)$$

$popt(s, c)$ は状況 c における楽曲 s の基本状況適合度、 $imY(s, i)$ は楽曲印象データにおける楽曲 s の印象語 i 選択

印象の有無のみの感性評定を用いた状況に応じた楽曲選択法とその応用

率, $imH(c, i)$ はアンケートにおける状況 c での印象語 i 選択率を示す。もし $imY(s, i)$ が 0% ではないときは関数 sw は 1 とする。もし $imY(s, i)$ が 0% のときは sw は 0 とする。 imN は印象語の項目数をとる。 a は定数とする。

もし楽曲印象データにおける楽曲 s の印象語 i 選択率が 0% ではない場合、楽曲 s は印象語 i といったイメージを少なからず持つと解釈し、 $popt(s, c)$ に $a \cdot imH(c, i)$ を加算する。この加算される値が $imH(c, i)$ に比例していることは、 $imH(c, i)$ が示す「状況 c での印象語 i 選択率が高い」ことが、「状況 c にマッチする楽曲に対してイメージされる印象語 i の重要性の高さを示す」という考えに基づいている。つまり、アンケートにおいて状況 c で選択率が高い印象語のイメージを持つほど、状況 c における楽曲 s の基本状況適合度 $popt(s, c)$ は高くなる。

$popt(s, i)$ の式で $imY(s, i)$ の値をそのまま用いなかった理由は、必ずしも十分な精度を得られるほど回答者数を見積もることができないからである。実際に $imY(s, i)$ の入手先である Yahoo! ミュージック上では、十分な印象入力が無い場合に粗い値をとっている。以上の理由から、値を精度の高いものとして扱うのではなく、「楽曲の性質を示しているがたまかなものである」として扱うことにした。さらに Yahoo! ミュージック「曲の印象」で回答者がいる場合、必ずといっていいほど回答 0% の印象語がいくつかあることから、0% を 0、0% より大きい値をとるときは 1 の値に変換することにした。

5.2.2 印象語間に相関がある場合への対応

楽曲印象データとして採用した Yahoo! ミュージックで用いられている印象語は独立性が保証されていない。ある印象語組の共起確率が高く、アンケートでどちらも大きな割合で選択されてしまった場合、基本状況適合度は本来あるべき値より大きな値をとってしまう。そこでアンケートで「状況に合うとして印象語 i が選択される」とき「印象語 j も選択される（条件）確率」 $p(j|i)$ を用いて、他の印象語との共起確率が高い印象語の場合、余計に加算される分、状況適合度に加算される値を小さくすることを考える。基本状況適合度に対応を施した基本状況適合度改 $poptk(s, c)$ は式 2 のようになる。

$$poptk(s, c) = a \cdot \sum_{i=1}^{imN} sw(imY(s, i)) \cdot imH(c, i) \cdot \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{imN} p(j|i)}$$

ただし

$$\begin{cases} 0 \leq p(k|i) \leq 1 (k \neq i) \\ p(k|i) = 0 (k = i) \end{cases} \quad (式2)$$

5.2.3 状況適合度の減点

さらに、「曲にこのようなイメージがあると逆にこの状況にはマッチしない」といった場合への対応を考える。この場合に対応するのは、アンケートで状況 c に対して印象語 i 選択率が 0% であり、かつ楽曲印象データで楽曲に合うイメージとして印象語 i がある程度選択され 0% より大きな値をとっ

ている場合である。つまり $imY(s, i) > 0$ かつ $imH(c, i) = 0$ のときである（※今回のアンケートにおいて、状況 c での印象語 i の選択が 2 人以上いないときは、回答者の誤りの可能性が高いと考え $imH(c, i) = 0$ とした。）。このような状態に該当する印象語があった場合、「曲にこのようなイメージがある」と逆にこの状況にはマッチしない」と解釈し、該当印象語の個数分に応じて $poptk(s, c)$ を大きく減点することを考える。該当印象語の個数が 1 つ増える毎に、さらに大きく状況に不適切になっていくと考え、 $ms > 1$ として該当印象語の個数が 1 つ増える毎に $poptk(s, c)$ を $1/ms$ にする。 ms の値として大きい値を与えるほど減点は大きくなり、小さいものを与えるほど減点は小さくなる。

つまり例えば該当印象語数が D 個だった場合は $poptk(s, c)$ を $1/ms^D$ することになる。基本状況適合度改に上記の対応を施した式を $opt(s, c)$ とする (式 3)。この $opt(s, c)$ を状況 c に対する楽曲 s の適合度合いを示す値として以後用いることにする。

$$opt(s, c) = \frac{1}{ms^{D(s, c)}} \cdot a \cdot \sum_{i=1}^{imN} sw(imY(s, i)) \cdot imH(c, i) \cdot \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{imN} p(j|i)}$$

ただし

$$\begin{cases} \begin{cases} 0 \leq p(k|i) \leq 1 (k \neq i) \\ p(k|i) = 0 (k = i) \end{cases} \\ ms > 1 \\ D(s, c) = \sum_{i=1}^{imN} d(s, c, i) \\ d = \begin{cases} 1 (imH(c, i) = 0, imY(s, i) > 0) \\ 0 (otherwise) \end{cases} \end{cases} \quad (式3)$$

5.2.4 状況適合度の時系列変化

状況適合度はその楽曲の各印象の有無の感性評定結果から求められる。その感性評定結果は暫定的で時間が経過し新たに評定を行う者が現れると変化しそれにともない状況適合度も変化する。図 5 に状況適合度の時系列変化（A：高い値で安定した場合、B：低い値で安定した場合）の例を示す。状況適合度が増加する場合は、「各状況で聴きたい楽曲印象アンケート」で何%か「有」と評定された印象項目が、その楽曲の印象評定で初めて「有」と評定され、その割合分状況

図5 状況適合度の時系列変化例

適合度に加算され、共起を見越した減点が無いか、または十分に小さいときである(図5 経過0~1, 経過3~4)。状況適合度が減少する場合は、2つ考えられる。1つ目は「各状況で聴きたい楽曲印象アンケート」で全く「有」と評定されていない印象がその楽曲の印象評定で初めて「有」と評定されたときで、この場合、状況適合度はその印象の数 D の分 $1/ms$ に大幅に減少される(図5 時系列B経過2~3)。2つ目は、「各状況で聴きたい楽曲印象アンケート」で何%か有ると評定された印象項目が、その楽曲の印象評定で初めて有ると評定され、その割合分状況適合度に加算されるが、それよりも印象の共起を見越した減点が大きき場合である(図5 経過1~2)。

時系列で変化することからも、状況適合度は、高ければその楽曲がより状況に合っていることを直接示すような順序尺度ではなく、あくまで状況に合っていると判断される可能性を示す値であるといえる。

5.3 楽曲の確率的選択法：「状況に適する可能性が高い楽曲ほど高い確率で選曲する」

ある状況が指定されたとき、その状況への状況適合度が高い楽曲ほど高い確率で選択されるようにする。これを再現するために本手法では仮想のルーレットを作成し、そのルーレットを回すことで選曲することにする(図6)。ルーレットのマスはそれぞれ「楽曲印象データ」に存在する楽曲と対応する。ルーレットのマスの幅が等しければ楽曲が選ばれる確率は等確率となる。あるマスの幅を他のマスの2倍の幅にすると、そのマスに対応する楽曲は他の楽曲より選ばれる確率が2倍となる。このように状況適合度が高い楽曲のルーレットマスほど幅を広くすることで、選択確率を高くする。仮想ルーレットはルーレットを円状ではなく帯状と考える。ルーレットを回しボールを転がし当たりを定めることは仮想ルーレットでは「0から全曲ルーレット幅合計値までの範囲の乱数を求め、その乱数がどの楽曲のルーレットマス範囲に納まるかを調べる」ことに対応する。各楽曲に固有の通し番号が振られていると考えた場合、もし楽曲 $s-1$ までののべ幅が α で、楽曲 s までののべ幅が β だったとする。つまり、この場合の楽曲 s のマス幅は $\beta-\alpha$ で示すことができる。もし乱数が、 $\alpha<\text{乱数}<\beta$ という範囲に収まったとき、楽曲 s が選曲されることになる。

確率的に選曲することで、いつも同じ楽曲が選曲されるということを防ぐことができる。もし「楽曲印象データ」に存在していても楽曲がユーザ所有楽曲群に含まれない場合は、その後その楽曲のルーレット幅を0とすることで選曲されないようにすることも可能とする。

図6 ルーレットと仮想ルーレットの対応

5.4 楽曲の確率的選択法の応用例:「ユーザの選曲からユーザが現在置かれている状況を予測し、その状況に合ったプレイリストを自動作成する」

本論文で示した楽曲の状況適合度の計算法と、その確率的楽曲選択法を応用して「ユーザの選曲からユーザが現在置かれている状況を予測し、その状況に合ったプレイリストを自動作成する」ことを考える。この流れを以下に示す(図7)。

1. 「楽曲印象データ」に存在するユーザ所持楽曲の情報取得
2. 取得した楽曲印象値から各楽曲各状況適合度を計算
3. ユーザはある状況に置かれているとする、現在の状況に合う楽曲としてプレイリストに追加したい楽曲を1曲選ぶ
4. 3でユーザが選択した楽曲の各状況適合度のうち、高い値を取る状況を、今ユーザが置かれている状況の予測とする。繰り返し2回目以降は（6を参照）、これまでユーザが選択してきた楽曲群の状況適合度平均値が高い状況をユーザが置かれている状況と予測する。この理由は、もし同じ状況で楽曲を再び選んでいくのであれば、繰り返し選択される楽曲の1) その状況に合う楽曲印象値が高く安定し楽曲印象平均も高くなり、2) その状況で求められない楽曲印象値が低く安定するかまたは分散が大きくなり結果楽曲印象値平均も小さくなることで、ユーザ状況予測精度が高まることが見込まれるためである（図8）
5. 予測された状況に適した楽曲を5.3で示した選択法で選ぶ。ユーザが自分で選んだ曲数と、5.3の選択法で選んだ曲数の合計が特定の曲数になるようにする
6. もしユーザが自動作成されたプレイリストに不満がなければプレイリスト作成を完了する（ここでユーザに不満がある場合、「予測した状況が間違っている」場合と「予測した状況は合っているが、プレイリストに採用された楽曲が気に入らない」場合が考えられる。）。もし不満があるなら3に戻りユーザがさらに現在の状況に合う楽曲としてプレイリストに追加したい楽曲を1曲選ぶ

図7 ユーザの状況を予測したプレイリスト自動作成の流れ

印象の有無のみの感性評定を用いた状況に応じた楽曲選択法とその応用

図8 ユーザが選曲を繰り返すと状況予測が当たりやすくなるメカニズム

6. 評価実験

提案する楽曲選択手法の評価実験を行う。

まず、評価実験1では、本手法における状況適合度の妥当性を確認する。

次に、評価実験2で本提案手法を用いた応用例の妥当性を調べる。

本研究は様々な状況に対しマッチする楽曲を提示するシステムを構築するものである。その評価実験は実際にその状況下で、システムが示す楽曲を評価してもらうことが通常ではあるが(1)まず最初に各状況の1年を通した一般的な状態にマッチした選曲を行うシステムを構築したい、(2)実際の状況下で評価を行うと、その時の天候や回答者の体調が影響し実験結果に大きな偏りを生じさせる可能性がある、という2つの理由から実際の状況下で評価をしてもらうのではなく、各状況下に自分がいることを想像して評価をしてもらう。

図9は状況と楽曲のマッチを評定してもらう際、アンケート回答者が想像した各状況の詳細である。横軸は回答の割合を示している。図9において大多数が想像したものは各状況の一般的な状態ととらえることができる。例えば通勤・通学中という状況では天気がよく暖かい日に電車に乗っていると

図9 アンケートから得た想像上の各状況の詳細

いう状態が一般的ということになる。そして、想像した状況と実際の状況下で隔たりが大きいとすると、通勤・通学中という状況に楽曲がマッチするかという評定は、天気がよく暖かい日に電車に乗って通勤・通学している状況下での評定に近いことになる。

図9にしたがうと、その他は、運動中はトレーニング中、就寝前は寒い部屋でベッドで寝るとき、起床時は天気がいい日の朝の陽射しがさす部屋で、勉強・作業中は静かな場所でデスクワークしながら、ドライブ中は一人でドライブを楽しみたいときが各状況で一般的な状態という結果となった。

6.1 評価実験1

評価実験1では状況適合度の妥当性を調べる。

まず評価実験1-Aでは、本論文で定義した状況適合度が高いほど、実際に対応する状況に合うと人に判断されやすいかを調べる。各状況で「状況適合度が最上位に近い楽曲の中から1曲」と「状況適合度が最下位に近く、かつできるだけ状況とマッチしないイメージを多く持つ1曲」を選び聴いてもらい、それぞれの楽曲が対応状況にどの程度合っているかをアンケート回答者に質問し比較する。さらに、各状況で「状況適合度が最上位に近い楽曲の中から1曲」と「状況適合度が平均値に近い楽曲の中から1曲」を選び聴いてもらい、それぞれの楽曲が対応状況にどの程度合っているかを比較する。その際、楽曲をその状況で実際に聴きたいかを直接質問するとアーティストの好き嫌いが大きく影響してしまうという声が予備実験で聴かれたことから「その状況で聴きたい人がたくさんいると思うか」を尋ねる。回答は、「たくさんいると思う」「それなりにいると思う」「少しはいると思う」「ほとんどいないと思う」の中から選択してもらう。

本論文では「この楽曲はある状況で多くの人に聴きたいと思われるだろう」と人が感じる場合、その楽曲は「個人的に嫌う理由がない限りその人自身もその状況で聴きたい楽曲である」と解釈する。また「その人はその楽曲がその状況に合うと判断した」と解釈する。

使用する楽曲は動画投稿サイトYouTubeにプロモーションビデオかスタジオ録音音源として投稿されているものとする。

評価実験1-Bでは、状況適合度を用いた選曲と、推薦システムの研究で推薦対象物間の類似度を数値化する際頻繁に使われるコサイン類似度を用いた選曲の比較を行う。

6.1.1 評価実験1の条件

- 実施時期：7月[上位と下位の比較：図10]、10月[上位と平均の比較：図11]、2月[状況適合度とコサイン類似度の比較：図12]
- 回答者：[上位と下位の比較：図10] 合計8人（大学生男3人、大学院生男3人、大学院生女1人）、[上位と平均の比較：図11] 合計8人（大学生男8人）、[状況適合度とコサイン類似度の比較：図12] 合計5人（大学生男3人、大学院生男2人）。上位と下位の比較、上位と平均の比較の回答者に重複なし。上位と下位の比較、状況適

合度とコサイン類似度の比較では4人重複を含む（大学生男3人，大学院生男1人）．各状況時に求められる楽曲の印象アンケートと同じ人は含まず．

- ・状況：「通勤・通学中」「運動中」「就寝前」「起床時」「勉強・作業中」「ドライブ中」
- ・質問：「携帯音楽プレーヤーなどで音楽を聴く際の，“聴く状況”と“聴く楽曲”の相性」に関する研究を行っています．申し訳ありませんが，順に流される楽曲を聴き，次のアンケートに教えてください．あまり考えず直感でお答え下さい．「この曲は～といった状況で聴きたい人がたくさんいると思いますか？ 4段階で示すうち，どれか1つ選んでください A．たくさんいると思う， B．それなりにいると思う， C．少しはいると思う， D．ほとんどいないと思う」
- ・使用楽曲：状況適合度上位のみ表3に示す
- ・楽曲演奏について：YouTubeを用いる．イントロが終わり歌い出し約10秒後，アンケート回答が終わった回答者には手を挙げてもらう．アンケート回答者全員の手が挙がった場合は演奏を終了し，次の楽曲の演奏に移る
- ・異なる状況でも同一の楽曲が適合度上位となっている場合は，その楽曲を実験に用いない
- ・情報の開示について：回答者には「状況適合度最上位に近い内の楽曲」や「状況適合度が最下位に近い楽曲」といった選択基準や比較を行っているといった情報は全く与えない

6.1.2 評価実験1結果

評価実験1-Aとしてまず「状況適合度が最上位に近い楽曲の中から1曲」と「状況適合度が最下位に近い楽曲の中から1曲」を聴いてもらい，対応する状況とどの程度マッチしていると思えるかを6つの各状況で4段階で答えてもらった．それを集計したグラフが図10となる．楽曲を対応状況で聴きたい人が「たくさんいると思う」と回答された頻度は，上位：下位で6：1であった．楽曲を対応状況で聴きたい人が「たくさんいると思う」と「それなりにいる」を加えて「ポジティブな回答」と解釈すると，「ポジティブな回答」をしている者は上位：下位で57%：23%となり，状況適合度上位の楽曲は下位の楽曲に比べはるかに聴きたい人が多いと判断されていることになる．

同じく図11は「状況適合度が最上位に近い楽曲の中から1曲」と「状況適合度が平均値に近い楽曲の中から1曲」を

表3 評価実験1で用いた楽曲

状況	順位	選択曲
通勤・通学中	3位	Yesterday and Tomorrow ゆず
運動中	1位	B'z DIVE
就寝前	1位	TO BE 浜崎あゆみ
起床時	1位	いつまでも変わらぬ愛を コブクロ
勉強・作業中	3位	夜来香/イエライシャム 小野リサ
ドライブ中	3位	戦え!サラリーマン ケツメイシ

図10 状況適合度上位楽曲と下位楽曲の状況マッチ比較

図11 状況適合度上位楽曲と平均楽曲の状況マッチ比較

比較した結果のグラフである．図10ほど差はないが，こちらグラフでも上位の方が平均に比べ「ポジティブな回答」が多いことが示されている．

各回答者の全6状況の回答において，適合度上位楽曲が「ポジティブな回答」を得た数と適合度下位楽曲が「ポジティブな回答」を得た数という組，適合度上位楽曲が「ポジティブな回答」を得た数と適合度平均楽曲が「ポジティブな回答」を得た数という組という2つの組を対象とし，有意水準5%のWilcoxon検定を行った[12]．Wilcoxon検定は，両母集団に含まれる値に差があることを確認するために，両母集団の平均が等しくないことを示す方法である．1つ目の組では対立仮説を“適合度上位楽曲と適合度下位楽曲のポジティブな回答数には差がある”とし，帰無仮説“適合度上位楽曲と適合度下位楽曲のポジティブな回答数には差がない”を棄却しようとする．アンケート回答者は7人であったがそのうち1人の上位と下位のポジティブな回答数が一致してしまったためN=6のときの $T_{0.05}$ とT値を比較した．N=6のときの $T_{0.05}$ は0でありT値は0であったためT値 $\leq T_{0.05}$ が成り立ち帰無仮説は棄却されるという結果が得られた．これにより適合度上位楽曲と適合度下位楽曲のポジティブな回答数には有意差があることが示された．これらにより，適合度上位楽曲は適合度下位楽曲に比べ望まれていると判断される楽曲である可能性が高いといえる．

印象の有無のみの感性評定を用いた状況に応じた楽曲選択法とその応用

同様に行った2つ目の組のWilcoxon検定ではアンケート回答者は8人であった。しかし、そのうち1人の上位と平均のポジティブな回答数が一致してしまったため $N=7$ のときの $T_{0.05}$ と T 値を比較した。 $N=7$ のときの $T_{0.05}$ は2であり T 値は1.5であったことから $T \leq T_{0.05}$ が成り立ち、適合度上位楽曲と適合度平均値楽曲のポジティブな回答数には有意差があることが示された。これらにより、適合度上位楽曲は適合度平均値楽曲に比べ望まれていると判断される楽曲である可能性が高いといえる。

続いて評価実験1-Bとして行った状況適合度とコサイン類似度で高い値を取る楽曲比較結果を図12に示す。縦軸は何%の人が回答したかが示されている。比較対象楽曲は、まず状況適合度、コサイン類似度それぞれで上位40位までの楽曲を用意し、その中で一方にしか出現せずYouTubeに存在するもののうち最も上位の楽曲とした。それを各状況で用意し評価実験1-A同様回答者に4段階で評価してもらう。状況適合度と比較するコサイン類似度のベクトルは、状況適合度に対応し、「ある状況で聴きたい楽曲印象アンケート」における各印象語の回答率と、「曲の印象」における各印象語の回答率とする。その際、コサイン類似度はベクトル各成分の相関有無は無視して求めた。

各状況での状況適合度上位40位以内、コサイン類似度40位以内の楽曲は20～30曲程度一致した。「この状況で聴きたい人がたくさんいると思う」と「この状況で聴きたい人はそれなりにいると思う」を合わせたポジティブな回答率では、状況適合度よりコサイン類似度の方が高い値を示した。しかし、「この状況で聴きたい人がたくさんいる」単独の回答率は若干ではあるが状況適合度の方が高い値を出している。さらに「この状況でこの曲を聴きたいと思う人はほとんどいないと思う」の回答率はコサイン類似度では20%近くあるのに対し、状況適合度ではほとんどなかった。これは状況に合わない印象を想起させる性質を楽曲が持つ場合、コサイン類似度では特に減点はされないのに対し、状況適合度では減点されることの効果といえる。このような場違いな選曲を行わないという性質は楽曲推薦において最も求められるものの1つであることから長所ととらえることができる。

図12 状況適合度で上位の楽曲とコサイン類似度で上位の楽曲の比較

以上の評価実験1-A、1-Bから本論文における状況適合度の妥当性はある程度示されたといえる。

6.2 評価実験2

提案楽曲選択法の応用例である「ユーザの選曲からユーザが現在置かれている状況を予測し、その状況に合ったプレイリストを自動作成する」ことの評価のためシミュレーション実験を行う。

評価する点は1) ユーザが選択した楽曲からの状況予測の精度、2) ユーザが選曲を繰り返すことでのユーザ状況予測の精度向上確認、3) 自動作成されたプレイリストの妥当性である。

実際には現実の各状況下でユーザが聴きたいと思う楽曲を選択してもらうことでプレイリストが作成されていくが、前述の通り今回は各状況の一般的な状態に対応することに目的を絞り、各状況において一般的な状態を想像してもらい、その状況にマッチする楽曲を選択してもらう。この実験2では作成されたプレイリストの提示を楽曲名とアーティスト名の提示のみとした。今回提示されるプレイリストに含まれる楽曲は、回答者が普段聴いている曲のみから選曲することになっているので評価は可能であると判断した。

評価実験2は、回答者が普段頻繁に聴いている音楽のアーティスト名を質問することから始める。続いて、実験者が回答者に自然な会話を装い1つの状況を提示する。

1) に関しては、回答者の曲選択回数が少ないほど、そして回答者が楽曲に適していると判断した状況と一致する状況予測の適合度順位が高いほど、状況予測精度は高いことになる。提示された状況に、予測から自動的に作成されたプレイリストがマッチしているかを判断し回答してもらう。予測された状況に応じたプレイリストを複数示し、ユーザにその中から1つ選んで使ってもらうことを想定するので、それにしたがって、予測された状況として状況適合度の上位3位までの状況と対応プレイリストを提示する。もしそれらに回答者がマッチしていると判断した状況が含まなかった場合は回答者はもう1曲選び、再び状況予測を行う。2) として回答者が1曲目で外れた状況予測が、回答者の複数回の選曲によって当たるようになることを確認する。3) は自動作成されたプレイリスト中の楽曲のうち対応状況に合うと回答者に判断された曲数と合わないと判断された曲数を比較することで行う。プレイリストとともに示される状況に合うと判断された曲数が十分大きければ提案楽曲選択法の妥当性を示すことになる。

6.2.1 評価実験2条件

- 実施時期：7月
- 回答者：[図13] 全8名（大学生男7名、大学院生男1名）、[図14] 全7名（大学生男6名、大学院生男1名）、状況適合度上位下位アンケートと同じ人を2人（大学生1人、大学院生1人）含む。各状況で求められる楽曲印象アンケート回答者と同じ人は含まない

- 乱数：乱数の種は固定しない
- 提示するプレイリスト数：ユーザが自分で選んだ楽曲群の状況適合度平均の上位3状況を求め、その上位各状況に合ったプレイリスト各1つ×3
- プレイリストに含まれる楽曲数：6曲
- 対応する状況：「通勤・通学中」「運動中」「就寝前」「起床時」「勉強・作業中」「ドライブ中」
- アンケート方法：次の流れで質問
 - ① 「普段よく聴く好きなアーティストをいくつか挙げて下さい。」
 - ② 「この状況で聴きたい曲を、その中から選んでください。」
 - ③ 「今選んだ曲が最もマッチすると思える状況をこれら6つの状況から1つ選んで下さい。」
 - ④A（もし③で回答者が回答した状況が予測された3状況に含まれていたら、予測が当たった状況に応じたプレイリストを示しながら）「このプレイリストに含まれる楽曲それぞれが、その状況にマッチしているかどうか答えて下さい。」
 - ④B（もし③で回答者が回答した状況が予測された3状況に含まれていなかったら、プレイリストにその曲を追加した後、対象楽曲リストを示しながら）「さらに、その状況にマッチすると思える楽曲を選んで下さい。」（④Aに戻る）

6.2.2 評価実験2結果

図13に「アンケート回答者が選んだ状況と一致した予測状況の適合度順位と、そのときの選曲繰り返し回数」のグラフを示す。このグラフは横軸が選曲を繰り返した回数、縦軸がその回数で予測状況が選択した状況と一致した人数をさす。このグラフは評価1), 2)の結果を示している。選曲1曲目からの予測でアンケート回答者8人中7人が示す状況と予測状況が一致した。8人中1人が1曲目で予測状況と一致せず2曲目で一致している。3曲以上選曲を繰り返すということをしなければ予測が当たらないということは無かつ

図13 回答者が選んだ状況と一致した予測状況の適合度順位と、そのときの選曲繰り返し回数

図14 自動作成されたプレイリストに含まれる楽曲が状況にふさわしいと判断された曲数、判断されなかった曲数

た。複数の状況対応プレイリストを提示していく前提では問題のない精度と考える。

「状況に応じたプレイリスト自動作成」で選ばれた楽曲が、マッチさせようとしていた状況に本当にふさわしいと判断されたかどうかを示しているのが図14のグラフである。これは評価3)の結果を示している。ユーザが選択した楽曲を含め、各状況で聴くのにふさわしいものとして6曲が1つのプレイリストとして示される。この6曲のうち何曲が回答者に対応状況にふさわしいと判断されたか、何曲が回答者に対応状況にふさわしくないと判断されたか平均曲数を示す。結果は、対応状況にふさわしくないと判断された曲数は6曲中1曲あるか無いかであり、提案する楽曲選択法の妥当性は十分示されたといえる。

7. ま と め

ある状況に人が置かれているときに聴きたいと思われる楽曲とその状況の関係を「状況にマッチする楽曲」「状況に合う曲」と考え、印象の有無という感性評定の暫定的集計結果である「楽曲印象データ」と、アンケートで得た「各状況にマッチする楽曲のイメージ」データを照らし合わせ、ユーザが身を置く状況にマッチする楽曲の選択法を提案した。「楽曲印象データ」の例として、印象の有無という感性評定の集計結果を示していたYahoo! ミュージック（2012年8月でサービス終了）の曲の印象データを用いた。本論文で提案する選曲法は、ユーザの状況にマッチする楽曲ほど高確率で選択する性質を持つ。

さらにこの選曲法を応用して「ユーザの選曲からユーザが現在置かれている状況を予測し、その状況に合ったプレイリストを自動作成する」方法を提案した。

提案手法および応用例にある程度の妥当性が示されたことから、印象の有無という2値の感性評定が選曲、楽曲推薦に有用であることが示された。

参 考 文 献

- [1] 吉井和佳, 後藤真考: 音楽推薦システム, 情報処理, Vol.50, No.8, pp.751-755, 2009.
- [2] 大野和久, 鈴木優, 川越恭二: 楽曲全体における特徴量の傾向に基づいた類似検索手法, 日本データベース学会論文誌, Vol.7, No.1, pp.233-238, 2008.
- [3] Shardanand U, Pattie Maes.: Social Information Filtering: Algorithm for Automating "Word of Mouth", CHI '95 Conference Proceedings, pp.210-217, 1995.
- [4] 井上博行, 吉村誠: リズムの感性分析による状況に合った音楽ジャンルの分析, 日本感性工学会論文誌, Vol.10, No.3, pp.349-356, 2011.
- [5] 桐本篤, 佐々木史織, 清水康: 風景画像を用いた環境状況コンテキスト対応型音楽推薦システムの実現, DEWS2008, 2008.
- [6] 田中拓也, 芦刈いづみ, 飯富崇生: 理工系のネット検索術 100, ソフトバンククリエイティブ, pp.112-113, 2007.
- [7] アサヒグループホールディングス: ハピ研毎週アンケート「音楽を聴きますか?」, <http://www.asahigroup-holdings.com/company/research/hapiken/maian/>
- [8] ファミリーネット・ジャパントポレ: 「音楽を聴いていますか?」, <http://www.tepore.com/research/co/101021/index.html>
- [9] リサーチバンク: 「音楽に関する調査」, http://research.lifemedia.jp/2012/04/120425_music.html
- [10] ライトハウス英和辞典第5刷, 研究社, p.295, 2008.
- [11] 新英和辞典第3刷, 研究社, p.366, 1985.
- [12] 武田泰弘, 大向一輝, 安達真, 加藤俊一: グループタグとシソーラスを用いたニュース推薦手法の提案, 日本感性工学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.813-818, 2009.

津谷 篤 (正会員)

2008年 山形大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。工学博士。現在、同大学院研究員、山形県立米沢女子短期大学非常勤講師。これまで、巡回セールスマン問題解法を楽曲印象空間に適用したプレイリスト作成法、免疫アルゴリズムを用いた旅行者感性に応じた旅行プラン作成法などの研究に従事。日本感性工学会、日本知能情報ファジィ学会会員。

西牧 駿矢 (非会員)

2012年 山形大学工学部情報科学科卒業。在学中、自動楽曲推薦に関する研究に従事。現在、ドコモエンジニアリング東北株式会社に勤務。

小見 裕明 (非会員)

2013年 山形大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。在学中、BPMを参照したプレイリスト自動作成、ラフ集合を用いた自動楽曲推薦の研究に従事。感性工学、最適化問題に興味を持つ。現在、キャノンイメージングシステムズ株式会社に勤務。情報処理学会会員。

田中 敦 (非会員)

1991年 東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了。工学博士。1991年 山形大学工学部助手。1998年 山形大学総合情報処理センター助教授。現在、山形大学大学院理工学研究科准教授。複雑系全般の研究に従事。日本物理学会・日本応用数理学会・電子情報通信学会・情報処理学会各会員。