

行動経過時間を考慮した音楽推薦の研究

白 開元[†] 川越 恭二[‡]

[†] 立命館大学大学院情報理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

[‡] 立命館大学情報理工学部 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: [†] gr0277ff@ed. ritsumeit.ac.jp, [‡] kawagoe@iss. ritsumeit.ac.jp

あらまし 本研究では、ユーザの行動経過時間を考慮して音楽推薦を行う方法を提案する。行動経過時間とは、睡眠、勉強、ジョギングなどの行動の開始時間点から現在の時間点までに継続して行った行動の継続時間である。提案する音楽推薦方法は行動経過時間に応じて特徴量を変化させて推薦楽曲を選択することを特徴とする。本稿では、この音楽推薦方法に加えて、内容フィルタリングの楽曲推薦を加えて試作したシステムについて記述する。構築した楽曲データセットを使用して試作システムを推薦結果への主観評価を行った結果について考察する。

キーワード 推薦システム, 楽曲推薦, 行動認識, 行動経過時間

1. はじめに

近年、情報推薦の発展により、様々な推薦システムが開発されている。開発された推薦システムは、音楽や映画、旅行、医療、スポーツ等の様々な分野で活用されている。世の中の情報が増大するにつれ、情報推薦技術はますます重要な技術となっている。特に、音楽を対象とした楽曲推薦技術は、音楽配信サービスの普及に伴い、その重要性は高まってきている。しかし、音楽配信サービスにより、インターネットを介して大規模楽曲データベースにアクセスできるようになったが、その中から好きな楽曲を見つけるのは容易ではない。通常は、楽曲検索のみならず、自身で登録したプレイリスト、キュレータと呼ぶ編集者のプレイリスト、さらに、ジャンルや気分に対応したプレイリストが用いられている。

従来の楽曲推薦に関する研究には、協調フィルタリングによるプレイリスト生成システムやジャンル、アーティストなどのコンテンツベース情報を利用したプレイリスト生成などがある。これらの研究では、協調フィルタリングの有効性や、ジャンル、アーティストについての情報が楽曲推薦について有効であると述べている。しかし、曲の嗜好や関心はユーザの現在の活動状態や心情などに依存することが多く、これらを把握できないため推薦の有効性がなかなか上がらないと考えられる。

そこで、本研究では、楽曲推薦システムにおいて、ユーザ行動の経過時間を考慮して音楽推薦方法を提案する。通常、ユーザは行っている現在の活動の経過時間によってユーザの疲労や心情が変化すると仮定する。この変化に基づいて、異なるリズムや雰囲気曲を推薦しようとするのが本研究の目的である。

以降、2章では楽曲推薦技術の現状と課題、2章では本研究の準備として試作した行動依存の楽曲推薦システムについて述べる。4章では本稿で提案する行動経

過時間を考慮した音楽情報推薦手法について記述する。現時点ではこの手法の評価結果は出せていないが、現在、検討中の評価手順について述べる。関連研究を説明した後、まとめを述べる。

2. 既存の情報推薦手法

一般的な音楽推薦は、ユーザの過去の行動履歴（楽曲の評価や再生回数など）に基づいて、そのユーザの好みに合う楽曲をおすすめ順にいくつか提示することである。音楽推薦のために利用するデータとして、他のユーザの行動履歴を利用するもの（協調フィルタリング(Collaborative Recommendation)）、楽曲の音楽内容を考慮するもの（内容に基づくフィルタリング(Content-Based Recommendation)）がある。

2.1 協調フィルタリング

協調フィルタリングによる音楽推薦は、多くの音楽配信サービスで採用されている最も普及している推薦技術である。この音楽推薦では、基本的には、あるユーザに対し、嗜好の類似した他ユーザが好む楽曲を推薦する。このアプローチはユーザの好みに合う楽曲を精度よく推薦できるものの、有益であるとは必ずしも言えない。例えば、知名度の高いあるアーティストの楽曲ばかり推薦されることが多い。したがって、新たな楽曲との出会いを求めるユーザにとって必ずしも良い推薦内容を提示されるとはいえない。

2.2 内容に基づくフィルタリング

上記問題を解決するため、音楽情報処理分野では、内容に基づくフィルタリングが盛んに研究され使用されている([5][6])。この方式は、基本的にユーザに対して、そのユーザが嗜好する楽曲と音楽的内容が類似した楽曲を推薦する方式である。しかし、ユーザの音楽

的嗜好を形成する要因である文化的背景や市場の人気度を反映できないという問題が指摘されている[6].

内容に基づくフィルタリングでは、ある類似度計算に基づいて全楽曲間の特徴量間の類似度を計算することが基本となる。音楽音響信号の解析では、短時間フレームを始端から終端まで少しずつシフトさせながら行い、各楽曲につき特徴量ベクトルをフレーム数個得るのが一般的である。その後、ガウス分布に従うと仮定すれば全フレームにわたる平均と分散を求め、楽曲の特徴量ベクトルとして表現できる。類似度の計算式としては、コサイン距離やピアソンの相関係数がよく利用される。

3. 行動依存の楽曲推薦システムの試作

研究を進めるにあたり、ユーザの行動探知と楽曲推薦を結合するシステムが必要となる。本章では、研究の準備段階として試作した行動依存の楽曲推薦システムについて説明する。

3.1 システムの機能

本システムは、以下の○種類の機能を提供する

- ・楽曲再生機能：
楽曲の再生と一時停止を行う。
- ・楽曲再生制御機能：
前と次の曲の切り替え、コントロールバーで曲の再生時間点を選択する。
- ・ユーザ行動認識機能：
行動認識デバイスを使用してユーザの行動を認識し表示する。
- ・行動依存の簡易音楽推薦機能：
認識した行動に適した曲を自動再生する。

3.2 システムの構成

楽曲推薦システムの概要図を図1に示す。ユーザが自分の好みの楽曲リストとセンサーから取った行動データをシステムに入力すると、システムは楽曲リストを行動データ受け取り、行動経過時間を考慮した音楽推薦手法・内容に基づくフィルタリング利用手法による推薦楽曲を決定し、推薦結果をユーザに返す。

なお、本システムは以下の開発環境で試作した。

- ・ xampp (PHP+mysql)
- ・ 行動認識デバイス KinextV2+ジェスチャ認識ソフト (kinect v2 sdk+C#プログラム)

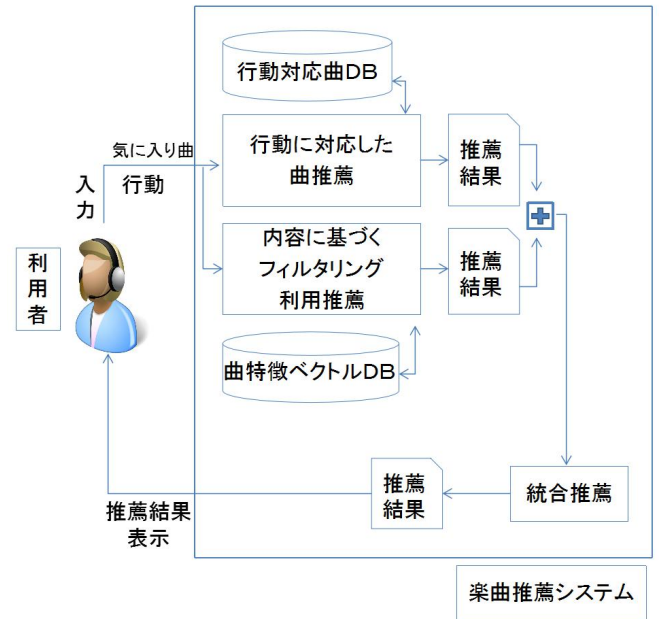


図1 本研究における楽曲推薦システムの概要

3.3 システムの動作例

図2 日本システムの操作画面例を示す。

画面の上位には曲の情報(名前、アーティストなど)と再生時間を表示する。その下にはコントロールボタンがあり、ユーザはボタンをクリックするにより曲をコントロールすることができる。

また、簡易推薦機能では、右上の推薦ボタンをクリックすると現在の行動状態に応じた曲を推薦し再生する。

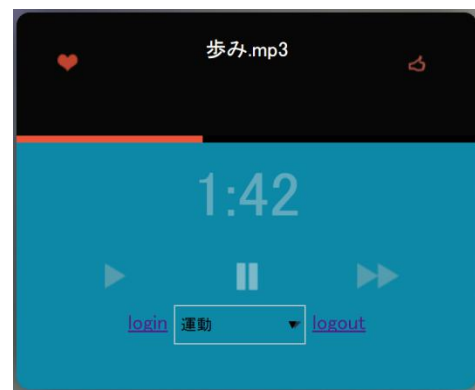


図2 シシステムの動作例

4. 提案手法

4.1 行動経過時間と情報推薦

a) 行動経過時間

行動経過時間は、一種の行動（睡眠、勉強、ジョギングなど）の開始時間点から、現在の時間点までに継続して行った行動の継続時間と定義する。例えば、勉強を1時15分に開始した場合、2時5分の段階での行動経過時間は50分である。50分間の間に勉強以外の

行動を行った際には、その時点で行動が他の行動に移ったとし、再び、勉強を再開した場合には、その時点から行動が継続されるとして扱う。

b) 行動経過時間を考慮した音楽推薦の応用例

行動経過時間を考慮した音楽推薦の例として2つの応用例を以下に述べる。

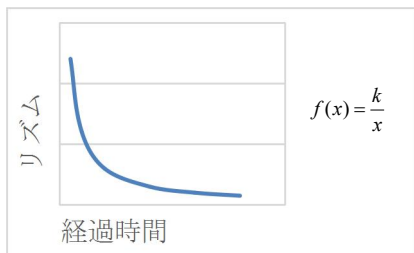
一つ目の応用例は、音楽聴取中の Web 閲覧の応用である。ユーザ現活動の経過時間を疲労値に変換して、この疲労値によって、より遅いあるいはより速いリズムの曲を推薦する。パソコンを使って音楽を聴きながらウェブページを見る時、最初は元気があるのでリズムの速い音楽を再生する。そして、30分、60分がずっとウェブページを見たら、疲れを感じるので、ゆっくりの音楽を再生する。

二つ目の応用例は、音楽聴取中のジョギングの応用である。この場合には、事前に楽曲の雰囲気进行分类し、ユーザ現活動状態に合う楽曲を推薦する。ジョギングの時、現行動は運動状態と判断し、運動に向けた活発な曲を再生する。この状態30分続いたあと着席状態に切り替えたら、休憩状態と判断し、休憩に向けたリラックスする曲を再生する。

4.2 行動経過時間を考慮した情報推薦

システムが作成し、音楽再生と行動認識が識別できたが、どの手段でユーザに適切な音楽を推薦できるのが、この研究の問題点である。そして、ユーザの現在の活動の経過時間の長さによって疲労や心情が変化する。この変化に基づいて楽曲推薦として、以下にのべつ3種類の方法を提案する。

[行動経過時間を考慮した単純な音楽推薦手法 (Naive method, NM)]



ユーザの嗜好を単に行動経過時間と曲のリズムの関係を反比例と考えれば、楽曲の推薦スコア S_A の計算には以下の式(1)を用いる。

$$S_b = 1 - \frac{\sqrt{\left(\frac{K}{X} - Y\right)^2}}{\frac{K}{X}} \quad (1)$$

X は行動経過時間、 Y は曲のリズム、 K は X と Y 相関係数を表す。計算した後、スコアの上位楽曲を推

薦結果として出力する。

[ユーザ選択による行動経過時間を考慮した音楽推薦 (User-selected method, USM)]

しかし、ユーザの嗜好は1パターンではないから、故にいくつの嗜好パターンを設置して、ユーザ事前に自ら自分の嗜好パターンを選択し、選択したのち、式(2)を用いて楽曲の推薦スコアを計算する。

嗜好パターン $f(x)$ の例を以下に示す。

経過時間と音高：

$$f_1(x) = a * \sin(x) + k$$

経過時間とリズム(Bパターン)：

$$f_2(x) = b * \log_n(x - k)$$

上記の2種類の関数以外にも様々な関数 $f_i(x)$ を用意し、ユーザがその関数を選択する。

推薦スコア計算式：

$$S_b = 1 - \frac{\sqrt{(f_i(x) - P)^2}}{f(x)_i} \quad (2)$$

ここで、 $f_i(x)$ はユーザ選択した嗜好パターン、 P は嗜好パターンに応じた曲の特徴(音高、リズムなど)を表す。計算した後、スコアの上位楽曲を推薦結果として出力する。

[自動選択による行動経過時間を考慮した音楽推薦 (Automated selection method, ASM)]

前述の2つ目の手法では、ユーザが事前に自ら自分の嗜好パターンを選択しなければならない。この負担を減らすために、自動的にユーザの嗜好パターンを選択できる手法がこの3つ目の手法である。

自動的に行動経過時間を考慮した嗜好パターンを選択するために、機械学習の方法を適用する。様々な機械学習方法の利用が考えられるが、本稿は、簡易な決定木モデルを導入する。ユーザが普段の生活ながらシステム使いながら、決定木モデルに学習させる。

決定木モデルへの入力、聞いた曲と行動経過時間である。ユーザの判断から、判断尺度(音高の高さ、リズムの速さ、経過時間の長さなど)を用いて決定木を学習させる。出力はユーザの嗜好パターンである。自動選択された嗜好パターンを2つ目の手法を使って、楽曲の推薦スコアを計算する。

4.3 内容に基づくフィルタリングを利用した楽曲推薦

本研究では各曲の特徴(アーティスト、作曲家、ジャンルなど)をベクトル化して、15次元の特徴ベクト

ルをデータベースに保存し、各曲とユーザの事前登録した気に入り曲のコサイン尺度(式(3))を用いて計算する。ここで、15次元も特徴ベクトルとは、楽曲の15個の特徴量である。

$$S_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (3)$$

そして、各値の和の平均値を推薦スコア S_D とする。

$$S_D = \frac{S_{\alpha} + S_{\beta} + \dots + S_n}{n} \quad (4)$$

計算した後、スコアの上位楽曲を推薦結果として出力する。

4.4 統合推薦

内容に基づくフィルタリングでは自分の現在の好みに似た曲が多く推薦されるが、現在の行動状態に応じた楽曲が得られないことが多い。本提案手法では、行動経過時間を考慮した音楽推薦は、現活動によって反映された情報源であり、状態に合う楽曲が得られる。しかし、ユーザの現在の好みとは異なる結果となる可能性がある。このため、内容に基づくフィルタリングと行動経過時間を考慮し推薦を統合する。これにより、ユーザの好みに似た楽曲に加えてユーザの行動に相応した楽曲も推薦できるようになると考えられる。

2つの手法による推薦結果を統合し、最終的な推薦結果として出力する。式(5)を用いてスコアの統合を行い、楽曲の最終スコアを決定する。

$$S_f = S_A + S_D \quad (5)$$

統合後のスコア S_f の上位楽曲を統合推薦の最終推薦結果として出力する。

5. 方式評価

5.1 データセット

今回は、多田らの研究[7]で用いられた楽曲データセットを用いる。本データセットにはWAV形式の楽曲909曲が含まれている。909曲のリズムと音高(比率の部分)の特徴量を利用する。

本研究では、曲のリズムと音高の特徴量を統一化したデータを試作システムのデータベースに登録してから実験を行う。

5.2 評価実験

ここでは本研究の評価実験について述べる。

本実験では、12名の被験者に指定した行動をしてもらい、行動継続中に提案システムを使用して音楽を聴いてもらう。その後、被験者はシステムから提案した曲に対して「1. 嫌い-5. 好き」の5段階で主観評価をしてもらう。

この評価結果を用いて推薦方法の評価を行う。評価

値が4以上の楽曲を好きな楽曲であると判断し、得られた推薦結果のうち、何曲が好きな楽曲であったかを求め、適合率を算出する。

行動経過時間を考慮した情報推薦には3つの手法(NM, USM, ASM)がある。このため、12名の被験者を3グループA, B, Cに分け、各グループ4人で実験を行う。グループAはNM, グループBはUSM, グループCはASMとし、それぞれの手法の検証実験を行う。

検証実験の共通部分は、行動経過した1~5分、5~20分、20~30分、30~60分、60~90分のそれぞれの間でシステム推薦した2曲の評価値を記録する点である。つまり、1名10曲、1グループ40曲を評価する。

実験結果を表1, 2, 3に示す。検証実験で異なる部分を説明する。

NM手法での実験の被験者はそのままシステムを使い、推薦した曲を評価している。

USM手法での実験の被験者はシステムを使う最初に、自分の嗜好パターンを選択する過程が含まれている。

ASM手法での実験では2日間で行っている。まず、被験者は、最初の日に指定した行動を行いながらシステムの音楽再生機能を使い、音楽90分を聞く。その間好きな曲が再生したら気に入りボタンを押す。次の日は前に述べた実験共通している部分を行う。

表1 NM手法の実験結果

経過時間 評価値	1~5分	5~20分	20~30分	30~60分	60~90分
1~2	6曲	1曲	1曲	3曲	4曲
3	2曲	3曲	3曲	4曲	3曲
4~5	0曲	4曲	4曲	1曲	1曲
評価平均値	2	3	3	2	2.5
		38	38	88	

表2 USM手法の実験結果

経過時間 評価値	1~5分	5~20分	20~30分	30~60分	60~90分
1~2	4曲	3曲	1曲	1曲	1曲
3	2曲	2曲	2曲	4曲	3曲
4~5	2曲	3曲	5曲	3曲	4曲
評価平均値	2.5	3	3.5	3	3
				38	38

表3 ASM手法の実験結果

経過時間 評価値	1~5分	5~20分	20~30分	30~60分	60~90分
1~2	6曲	1曲	2曲	1曲	1曲
3	1曲	5曲	4曲	3曲	5曲
4~5	1曲	2曲	2曲	4曲	2曲
評価平均値	2	3	2	3	3

	25	13	88	38	25
--	----	----	----	----	----

5. 3 考察

実験結果を表 1, 2, 3 に示す. これらの実験結果から評価の平均値と適合率を表 4 にまとめる. 考察を以下に説明する.

表 4 評価平均値と適合率

	評価平均値	適合率
NM 手法	2. 828	0. 125
USM 手法	3. 152	0. 213
ASM 手法	2. 976	0. 138

表 4 より, USM 手法の適合率と評価平均値が他の手法と比較して高い値を示した. つまり, ユーザ自らの嗜好パターンを選択した方がより良い適切な曲を聞くことができる. また, ASM 手法推薦精度は USM 手法より低い理由は, 試作したシステムの自動選択は人工選択より劣っている. 機械学習モデルの改善は今後の課題である.

表 1, 2, 3 を全体的に見ると, どの手法でも, 行動経過時間の 1~5 分の評価平均値一番低い, つまり, ユーザの行動の最初の段階での音楽推薦は, 他の手法を模索必要がある. また, 3 つの手法の適合率は 0. 12~0. 22 の間なので, 実用に耐えるシステムとは言い難い. 今後, 推薦精度のより高い手法を見つけることを目指す.

6. 関連研究

これまでにも, 楽曲推薦システムに関する研究は多く行われている.

Wang らはスマートフォンを使用して, 低レベルの, リアルタイムのセンサデータから自動的にユーザの行動を推定した後, 既にコンテンツを分類した音楽に一致する曲を推薦する方法を提案した[1]. この研究のポイントは自動化された活動分類モジュールと自動音楽コンテンツ分析モジュールこの 2 つである. それにワールドスタートの問題にも着手している. 彼らのモジュールから, 今回の私達の研究に幾つのヒントが与えられた.

Kurose らは個々ユーザの試聴履歴を参照し, 個人の嗜好に見合った音楽を推薦できるシステムを提案した[3]. 感性情報を用いた内容に基づくフィルタリング, 協調フィルタリング, 及び双方の手法を連動させたシステムをそれぞれ構築し評価を行った. しかし, 最も良い精度でも相関係数 0. 3 程度であることから, 実用に耐える精度が得られているとは言い難い.

Kashiyama ら楽曲推薦においてよく利用されている協調フィルタリングの手法に加えて, ランキング情報を利用することで推薦精度を向上させる方法を提案した[4]. 協調フィルタリングによって類似度の高い楽曲

リストから嗜好に合う楽曲を決定し, さらにその中でランキングを重視することで, より嗜好に合う楽曲を推薦できると考えた. しかし, 本研究に利用した手法とは異なる方向なので, 本論文の研究に適用できないと推測できる.

7. おわりに

既存研究の単に曲に関するデータを扱うゆえユーザの現在の活動状態や心情など把握できないという問題点を分析し, 本研究は楽曲推薦システムとモーションキャプチャで取ったユーザの活動データを結合し, ユーザ行動の経過時間を考慮して音楽推薦方法を提案した.

提案手法の有効性を調べる簡易評価実験を実施したが, 推薦の適合率がまだ低いので, 今後, 適合率の向上を行う必要がある. また, 今後, より良い推薦手法を実現する予定である.

謝辞

本研究の一部は文科省私大戦略的研究基盤形成支援事業(2015-19)の助成を受けた.

参考文献

- [1] X. Wang, D. Rosenblum, Y. Wang, Context-aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities, ACM International Conference on Multimedia, 99-108, 2012.
- [2] Ye Liu, Liqiang Nie, Lei Han, Luming Zhang, David S. Rosenblum Action2Activity: Recognizing Complex Activities from Sensor Data IJCAI 2015.
- [3] Takahiro KUROSE, Yoshinobu KAJIKAWA, and Yasuo NOMURA Music Recommendation System Using KANSEI Information DEWS2003.
- [4] Yuji KASHIYAMA, Taro TEZUKA, Fuminori KIMURA and Akira MAEDA, Music Recommendation System Using Ranking Information DEIM2009
- [5] Kazuki Takegawa, Yoshinori Hijikata and Shogo Nishida, Content-based Music Search and Recommendation System, JSAI2008.
- [6] Atsushi KIRIMOTO, Shiori SASAKI and Yasushi KIYOKI, An Environmental Context-Responsive Music Recommendation System with Scenic Images, DEWS2008.
- [7] 多田圭吾, 山西良典, 加藤昇平, ユーザ感性へのインタラクティブ適応に基づく楽曲推薦システム, 情報科学技術フォーラム講演論文集, vol. 11, no. 2, pp. 23-29, 2012.