

対話型遺伝的アルゴリズムを用いた ユーザの目的に合った楽曲推薦システム(O)

斉藤 優理[†] 小舘 亮之[†] 伊藤 貴之[‡]

[†] 津田塾大学学芸学部情報科学科 〒187-8577 東京都小平市津田町 2-1-1

[‡] お茶の水女子大学理学部情報科学科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†] {g06935sy, kodate}@gm.tsuda.ac.jp, [‡] itot@itolab.is.ocha.ac.jp

あらまし 近年のマルチメディア技術の発達に伴い、個人の音楽プレイヤーやパソコンに大量の楽曲を保存できるようになった。現在、音楽推薦に関するさまざまなサービス・研究が行われている。たとえば、タイトルやアーティスト情報などのメタデータや楽譜情報、音響情報、またこれらを組み合わせた情報を利用した推薦システムが挙げられる。しかし、ユーザが目的に応じて楽曲を選曲する場合、これらの情報ではなく、楽曲の特徴に基づいた推薦が有効であり、ユーザの嗜好を反映させる必要があると考えられる。そこで、本報告では、人間の主観的評価によって数式化できない嗜好などの最適化を行う対話型遺伝的アルゴリズム (interactive Genetic Algorithm: iGA) を用いて、各楽曲データから検出した特徴量に基づき、ユーザの目的に合った楽曲提示を行う。

キーワード 対話型遺伝的アルゴリズム、楽曲推薦、主観的評価

Music Recommender System to user's purpose With Interactive Genetic Algorithm (O)

Yuri Saito[†] Akihisa Kodate[†] Takayuki Itoh[‡]

[†] Department of Computer Science, Faculty of Liberal Arts, Tsuda College

2-1-1 Tsuda-machi, Kodaira-shi, Tokyo, 187-8577 Japan

[‡] Department of Information Sciences, Faculty of Science, Ochanomizu University

2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

Abstract Thanks to the evolution of multimedia technology, we can store a lot of tunes in music players and personal computers. Today, there are many services and researches on music recommendation, based on meta-data (title and artist name etc.), annotation of musical score, acoustic information and these combinations. We think that music recommendation systems based on characteristic of tunes and reflection of users' choices will be more useful, if we can select many tunes based on our purposes. This paper proposes a music recommendation technique considering users' purposes based on characteristic of tunes. It applies interactive Genetic Algorithm (iGA), a method to optimize users' subjective evaluations, to adequately recommend tunes based on users' purposes.

Keyword interactive Genetic Algorithm, music recommendation, subjective test

1. はじめに

音楽配信サービスや携帯音楽プレイヤーの普及、内蔵記憶装置の記憶容量の増大などにより、個人のプレイヤーやパソコンに大量の楽曲を保存できるようになった。また、YouTube など Web 上でプレイリストを作成し、音楽を楽しむユーザが増えてきている。

現在、多くのユーザは、タイトルやアーティスト名などのメタデータやランキングなどの情報をもとにした検索を利用している。また、メタデータの他にも、楽譜情報や音響情報、これらを組み合わせた情報など

を利用した楽曲推薦システムの研究が行われている。しかし、ユーザが目的に応じて楽曲を選曲する場合、例えば、カフェなどにおける BGM の選曲のように、時間、場所、雰囲気などに合った楽曲を複数選ぶ場合、楽曲の特徴や印象などの情報に基づいた楽曲推薦が有効であり、かつユーザの嗜好を反映させる必要があると考えられる。

このような背景により、本報告では、ユーザの嗜好を考慮した楽曲推薦の仕組みとして、人間の評価に基づいて嗜好を学習し、提示へ反映する対話型遺伝的ア

ルゴリズム(interactive Genetic Algorithm: iGA)を用いた楽曲推薦システムを構築し、有効性を検証する。

以下に本稿の構成を述べる。2.では、楽曲推薦システムの関連研究について述べる。3.では、システムの概要とその詳細について説明する。4.ではシステムの評価実験と考察を行い、5.でまとめと今後の課題を述べる。

2. 関連研究

音楽に関連する推薦システムについて、以下に述べる。

2.1. 協調フィルタリング

協調フィルタリングとは、ユーザの嗜好を行動履歴という形で記録し、そのユーザと似たような行動を取っているユーザの嗜好情報をもとに、ユーザの嗜好を推測するシステムである。現在、最も身近な推薦システムであり、Amazon.co.jp や RACOFI Music[1]などで使われている。協調フィルタリングの問題点は、あらかじめさまざまな嗜好を持つ人たちを対象の評価を得る必要があること、システムによって同じ嗜好を持つとされた人もいつも同じ楽曲を好むとは限らないことが挙げられる。

2.2. 内容ベースフィルタリング

内容ベースフィルタリングとは、楽曲の音楽音響信号や楽譜情報（アノテーションやソーシャルタグ）の内容を考慮した推薦システムである。楽曲の波形パターンに基づき雰囲気のような似た楽曲を推薦する手法[2]や属性をアノテーションした情報を利用した音楽配信サービス Pandora、ユーザが楽曲に付与したソーシャルタグを利用した Last.fm など使われている。また、iGA を用いた推薦システムとして、ユーザの5段階評価に基づいて、楽曲を音程の頻出回数でコーディングし、ユーザの目的に合った楽曲を推薦する手法[3]や人間の感性を反映して、楽曲を作曲する手法[4]が提案されている。

2.3. 協調フィルタリングと内容ベースフィルタリング

協調フィルタリングと内容ベースフィルタリングを組み合わせた楽曲推薦システムもある。梶らは、協調フィルタリングと鑑賞状況などのアノテーションを利用し、プレイリストを自動生成するシステム[5]を提案している。

3. システム概要

3.1. 対話型遺伝的アルゴリズムとは

iGA は、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)[6]を応用し、人間の主観的評価に基づいて最適化を行う手法のひとつである[7]。GA の評価部分を機械ではなく人間が行うことで、評価に各ユーザの嗜好や感性、認知レベルが反映されるという特徴がある。iGA の適応例として、ユーザの嗜好やニーズに合わせた画像やデザインの作成、楽曲生成、補聴器の調整、データベース検索、スケジューリング、作文支援やゲームなどが挙げられる。iGA の一般的な処理の流れを図 1 に示す。

Step 1 初期集団生成

予め設定された数の個体からなる初期集団をランダムに生成する。

Step 2 提示

評価を行うユーザに対して、個体群を提示する。

Step 3 評価

ユーザが主観に基づいて、各個体の評価を行う。

Step 4 選択

評価に基づいて、N 個（重複を許す）の次世代の個体候補を選択する。

Step 5 交叉

個体を 2 個ずつランダムに組み合わせて両親とし、それらの遺伝子を交叉させて、2 個の子個体を作る。

Step 6 突然変異

個体群の多様性を維持するため、個体各個体に対して、突然変異率に従い、突然変異を引き起こす。

Step 7 終了判定

ユーザが求める個体が得られれば操作を終了する。そうでなければ、Step2～Step6 を繰り返す。

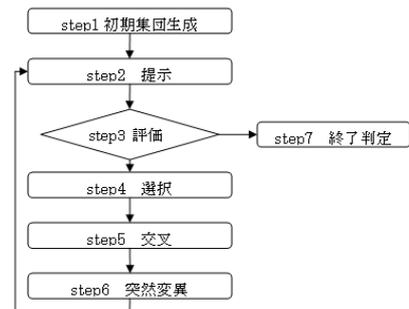


図 1:iGA の処理の流れ

3.2. 対話型遺伝的アルゴリズムを用いた楽曲推薦システム

3.2.1. 概要

本研究では、iGA を用いることにより、ユーザ個人の感覚により適合した楽曲推薦の実現を目的とする。楽曲推薦の流れを図 2 に示す。ユーザはシステムが出力として提示する各楽曲に対して、目的に合っているか否かについての主観的評価結果を 2 値で入力する。システムは、ユーザが「目的に合っている」と評価した個体（楽曲）に対して、交叉、突然変異などの遺伝的操作を行い、次の出力として、よりユーザの目的に合ったと推定される楽曲を提示する。これらの操作を繰り返すことで、システムはユーザの目的に合った楽曲を効率よく推薦できるようになる。

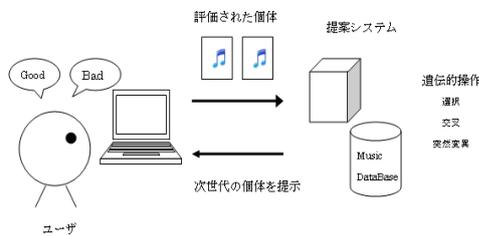


図 2: iGA による楽曲推薦の流れ

3.2.2. 楽曲特徴量の検出

本研究では、Panasonic 社の SD-JukeBox[8] に付属しているミュージックソムリエ機能を用いて、楽曲データから特徴量を検出した。具体的には、情動因子（“Hard”⇔“Soft”）、能動因子（“Active”⇔“Quiet”）を -100~100 の数値で得る。Hard の値が大きい楽曲は、シンセサイザー・エレキギターなど電子音系の楽曲、Soft はオーケストラやピアノなどのアコースティック系の楽曲である。また、Active は、速いテンポで音域の変動が大きい楽曲、Quite は、穏やかなテンポで音域の変動が少ない楽曲が分類されている。

3.2.3. 提案アルゴリズム

提案アルゴリズムを以下に示す。

Step 1 初期個体の生成

初期個体として、予め準備しておいた個体（楽曲）の中からランダムに 10 個体（楽曲）を選ぶ。

Step 2 提示

各個体について、ユークリッド距離 D が最小である楽曲を提示個体(重複を許さない)とする。以下にユークリッド距離 D を示す。

$$D = \sqrt{\sum_{i=0}^n (f_i - p_i)^2}$$

f : 遺伝的操作で得られた特徴量の値

p : 楽曲データの特徴量

Step 3 評価

iGA では、一般的に 100 点満点評価や 5 段階評価などの点数付けで評価する。しかし、提示された各楽曲に対して、点数付けで正確に評価を行うことは、難しく、ユーザにとって心理的な負担が大きい。そこで、2 値（目的に合っているか否か）で、音楽プレイヤーなどの再生、早送り、ストップなどの基本的な操作と連動させて評価できれば、ユーザの負担は軽減できると考えられる[9]。例えば、システムはユーザが 1 曲フルに再生した場合、「ユーザの目的に合った楽曲である」とシステムが判断し、早送りをした場合、「ユーザの目的に合わない楽曲である」と判断する。このように、ユーザは操作をしながら楽曲の評価を行う。そのため、現段階では、提示された各楽曲に対して、2 値（目的に合っているか否か）で評価を行う。

Step 4 選択

選択では、ユーザが目的に合っていると評価した個体を親個体とし、遺伝的操作を行う。本手法では、親個体数を全個体数の半数であるとし、ユーザが各世代で選択できる個体数の上限を親個体数と同数とする。選択個体が親個体数に満たない場合、選択されていない提示個体のうち、選択個体とユークリッド距離 D の小さい個体から順に親個体として選択する。選択個体がない場合、全個体からランダムに選び親個体とする。

Step 5 交叉

交叉では、親個体 2 個体から特徴を受け継いで子個体 2 個体を生成する。まず、選択された個体をコピーし、選択個体数の 2 倍の数の個体の中でランダムに組み合わせる両親とする。そして、各特徴量に対して、親 2 個体間の範囲からランダムに子 2 個体を生成する。

Step 6 突然変異

各設定変数において、突然変異率に基づき、ランダムに設定変数値を変化させる。

なお本手法の予備実験として、交叉率と突然変異率を変化させて、ユーザの目的に合った楽曲の数を検証した。図 3 に結果を示す。交叉率 $c=0.9$ とし、突然変異率 $m=0.1$ とした場合、ユーザの目的に合った楽曲がより多く提示された。これより、4.の実験では、交叉率 $c=0.9$ とし、突然変異率 $m=0.1$ とした。

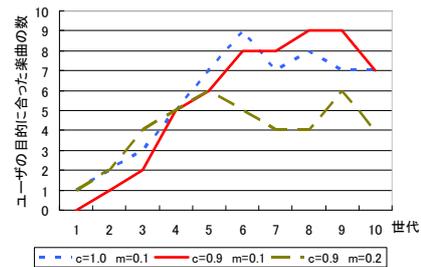


図 3: 交叉率(c)と突然変異率(m)

4. 評価実験

4.1 実験概要

本システムによる楽曲推薦精度に関する評価実験を行った。本実験では、3.2 で説明した対話型遺伝的アルゴリズムを用いた楽曲推薦システムと、ランダムに楽曲を推薦するシステムとを比較する。被験者には、「切ない感じの楽曲を探す」というテーマで、あらかじめ用意した楽曲 130 曲の中から、10 曲程度を選曲させた。なお、1 世代に提示する個体数は 10 とした。

4.2 実験結果と考察

提示個体 10 個体中のうち、各世代におけるユーザの目的に合った楽曲の数について検証した。図 4 に、iGA を用いた本システムによる選曲と、ランダム選曲の比較の結果を示す。iGA を用いた場合、世代を経るにつれてユーザの目的に合った楽曲数が増加しているのに対し、ランダム選曲では、楽曲数が最大で 2 にとどまっている。

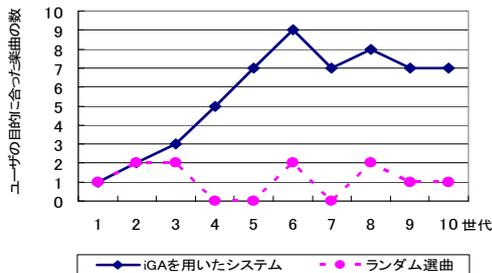


図 4: iGA を用いたシステムによる選曲とランダム選曲の比較

これより、ランダム選曲より、iGA を用いたシステムによる選曲のほうが、提示個体にユーザの目的に合った楽曲が多く推薦されることが示された。

次に、iGA を用いたシステムに各楽曲に対する評価を記憶させ、1 度評価を行った楽曲については、システムが自動的に評価値を与えるように改良した。表 1 に、各世代の評価個体数と累計数を示す。

表 1: 各世代の評価個体数

世代	評価個体数	累計
1	9	9
2	7	16
3	5	21
4	5	26
5	3	29
6	2	31
7	2	33
8	3	36
9	1	37
10	2	39

これより、評価結果を記憶することで、少ない評価でユーザが目的に合った楽曲を推薦できることが示された。

5. まとめと今後の課題

本稿では、ユーザの目的に合った楽曲提示のために iGA を適用した手法を提案した。システムの有効性を検証するために、被験者による評価実験を行い、推薦精度の比較を行った結果、目的に応じた楽曲推薦システムとして有効性が確認できた。本手法の適用例として、特定のユーザに定期的に新曲を推薦するといったプッシュ型サービスなどにおいて、一度だけ iGA による学習プロセスを実施し、その最適化結果を利用して、類似曲を推薦し続けるシステムなどが考えられる。

今後の課題として、1. できるだけ少ない個体数で目的に合った楽曲を探索するため、GA と統合し、効率化を図ること、2. 可視化手法を用いて、全楽曲一覧のうち目的に合った楽曲（楽曲集団）を表示する、などの使いやすいインターフェイスと組み合わせることでよりシステム評価がしやすい環境を構築すること、の 2 点をあげる。

謝辞

楽曲特徴量に関する情報を提供して下さったお茶の水女子大学 伊藤研究室 M1 草間かおり氏、町田和嘉子氏、評価実験に協力して下さった方々に感謝致します。

文 献

- [1] Anderson, M., Ball, M., Boley, H., Greene, S., Howse, N., Lemire, D., McGrath, S., "RACOFI: A Rule-Aplying Collaborative Filtering System," Proceedings of COLA'03, pp13-23, Oct.2003
- [2] 帆足啓一郎, 松本一則, 井ノ上真己, "ジャンルプロファイルによる音楽情報検索手法の検討," 情報技術レターズ, vol.2, pp.65-66, Mar.2003
- [3] Sung-Bae Cho, "Emotional Image and Music Information Retrieval With Interactive Genetic Algorithm," proceedings of the IEEE, vol.92, no.4, pp.702-711, Apr. 2004
- [4] 哇原宗之, "対話型遺伝的アルゴリズムによる人間の感性を反映した音楽作曲," 筑波大学博士(工学) 学位論文,
- [5] 梶克彦, 長尾確, "楽曲に対する多彩な解釈を扱う音楽アノテーションシステム," 情報処理学会論文誌, vol.46, no.4, pp.1-15, Apr.2005
- [6] D.E.Goldberg, "Genetic Algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesly, 1989.
- [7] 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄. 遺伝的アルゴリズム 4. 産業図書, pp.325-361, 2000.
- [8] SD-JukeBox
<http://panasonic.jp/support/software/sdjb/prod/index.html>
- [9] 滝澤勇介, 西本一志, "LISWO: 「ながら聴き」用音楽プレーヤ," インタラクシオン 2009 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, vol.2009, no.4, pp35-36, 2009