

コード進行の可視化を用いた楽曲検索・楽曲推薦システムの構築

甲斐彩有里[†] 伊藤 貴之[†]

[†] 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丁目1番1号

E-mail: [†]{g1820508,itot}@is.ocha.ac.jp

あらまし 現在普及している楽曲検索システムの多くは「曲名・アーティスト・作曲家」などのキーワードをクエリに用いるのが一般的である。しかし、これらのシステムでは楽曲を構成する三大要素である「メロディー・リズム・ハーモニー」を検索に直接用いていない。本研究では、楽曲の三大要素の一つである「メロディー」に大きな影響を与える「コード」を分析・可視化することで、楽曲検索・楽曲推薦が可能となるシステム「chord-vis」を構築した。本システムでは、まず大量の楽曲の分布をコード進行の類似度にもとづいて可視化し、そこからの絞り込みによって楽曲を検索・推薦できる。本システムを使用することで、ユーザーはコード進行が類似した楽曲群などから自分の好みの楽曲を見つけることができる。また、コード情報から楽曲に関する新たな知見を得ることができる。

キーワード 音楽, 可視化, システム構築, 情報推薦, 情報検索

1 はじめに

音楽ストリーミングサービス・動画投稿サービスの普及、ボカロイドなどの音声合成システムの発達により、我々は音楽を視聴する機会が増えた。また技術の進展によって作曲や発信の敷居が下がり、ますます世の中には大量の楽曲で溢れるようになった。楽曲が日々増え続けるということは、同時に大量の楽曲の中から自分好みの楽曲を探すことが難しくなることを意味する。

楽曲を構成する三大要素は「メロディー・リズム・ハーモニー」といわれている。自分の好みの楽曲内容に類似した楽曲を探すには、楽曲内容にもとづいた検索技術確立する必要がある。旧来から普及している楽曲検索システムの多くは「曲名・アーティスト・作曲家」などのキーワードをクエリに用いるのが一般的であった。それに対して近年ではメロディー・リズム・ハーモニーをはじめとする楽曲内容にもとづいた楽曲検索に関する研究が進められており、将来的にはさらなる普及が期待される。

このような音楽検索の潮流の一環として本研究では、楽曲の進行を司るとともにメロディーの構成にも大きな影響を与えるコードに着目し、これを分析・可視化することで、楽曲検索・楽曲推薦が可能となるシステム「chord-vis」を構築した(図1)。本システムでは、まず大量の楽曲の分布をコード進行の類似度にもとづいて可視化し、そこからの絞り込みによって楽曲を検索・推薦できる。本システムを使用することで、ユーザーはコード進行が類似した楽曲群などから自分の好みの楽曲を簡単に見つけることができる。また、コード情報を分析した結果から楽曲に関する新たな知見を得ることができる。

本稿の構成は以下の通りである。2章では関連研究について述べ、3章では提案手法について述べる。4章ではシステムの実装について述べる。5章では本研究のまとめと今後の課題、展望について述べる。

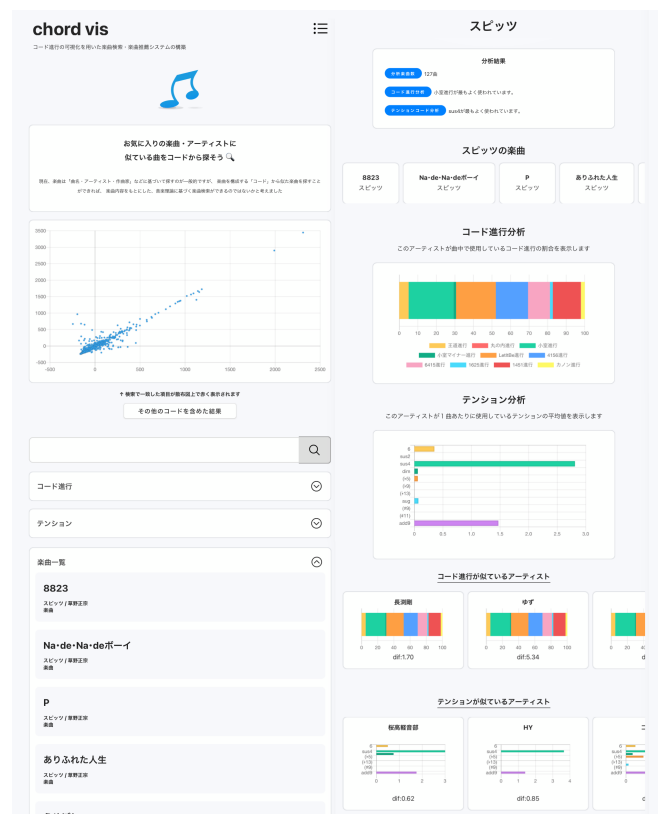


図1: 楽曲検索・楽曲推薦が可能となるシステム「chord-vis」

2 関連研究

本章では、これまで提案されている楽曲の分析・可視化手法について紹介する。楽曲の特徴をコード進行から分析する研究例として、ヒットチャートランキング上位に入る楽曲の特徴分析[1], コード進行によるヒット曲予測システムの構築[2], ギターコードから見る J-POP の特徴の統計解析[3]がある。以上にあげた手法はヒット曲のコード進行を分析することでヒッ

ト曲に共通する特徴を掴み、それをもとにヒット曲を予測することを目的としている。それに対して本研究は、楽曲の分析をヒット曲に限定せず楽曲間の類似度を可視化することで、楽曲内容に基づいた楽曲検索・推薦が可能となるシステムの構築を目標としている。また、楽曲をコード進行をもとに分析し可視化する研究例として、可視化による楽曲間の類似度解析 [4]、コード進行に注目した J-POP 音楽の可視化 [5] がある。可視化による楽曲間の類似度解析は、文字列のボタンマッチングによって 2 曲の楽曲 (A,B) の類似性を類似度グラフで可視化する手法である。以上にあげた手法は 2 楽曲間の類似性を可視化するのに対し、本研究は、分析した全ての楽曲間の類似度を算出する。コード進行に注目した J-POP 音楽の可視化は、楽曲間の類似性を可視化するに留まり、楽曲を検索・推薦するシステムの構築は行わない。また、以上にあげた手法は、文字列が定型コード進行と一致した場合にコード進行を検出するため、類似性を柔軟に求めることが難しい。さらに通常のコードに 3 度ずつ音を堆積させた、楽曲のジャンルに影響を与える複雑な響きをする特殊なコードである「テンションコード」についての分析もされていない。それに対して本研究は、コード進行の類似をレーベンシュタイン距離を用いて求め、楽曲名・アーティスト名・作曲者名・コード進行といったメタ情報に、テンションコードも加えることで、より柔軟なコード進行の検出・楽曲内容に基づいた分析を可能にした。また、システムの構築により、ユーザーが可視化結果から新たな知見を得る支援をできる点が本研究の特徴である。

3 chord-vis の処理手順

本章では提案手法である chord-vis の処理手順について述べる。処理手順は、コード譜の取得、コード進行の解析、可視化用ファイルの生成、楽曲検索・楽曲推薦システムの構築、の 4 段階で構成される。各処理の詳細について、以下に論述する。

3.1 コード譜の取得

まず、各楽曲の「コード譜」と「楽曲名・アーティスト・作曲者」情報を抽出する。我々の実装では、10 万を超える楽曲のコード譜が公開されているインターネット上のコード譜公開サイト [6] から情報を抽出している。ここから入手した HTML ファイルから「楽曲名・アーティスト・作曲者・コード進行」の掲載部分を文字列データとして抽出し、JSON ファイルに保存することで、各楽曲の「コード譜」と「楽曲名・アーティスト・作曲者」情報を抽出している。

3.2 コード進行の解析

次に、3.1 節に示した処理で保存した JSON ファイルからコード進行を解析する。一般的に、各楽曲から抽出した楽曲コード譜は固有の調性（キー）を有する。我々の実装では、調性に依存せずにコード進行を比較できるように、まず全ての楽曲の調性を C メジャースケールに移調する操作を適用する。続いて、各楽曲のコード進行を 1 節ごとに区切り、表 1 で示した 10 種類の代表的な定型コード進行とのレーベンシュタイン距離

を算出する。これを繰り返すことで、各楽曲における定型コードの使用割合を算出できる。このコード譜の分析結果を新たな JSON ファイルとして保存している。

表 1: 我々の実装で採用している代表的な定型コード進行

名称	進行
王道進行	F,G,Em,Am
丸の内進行	FM7,E7,Am7,C7
小室進行	Am,F,G,C
小室マイナー進行	Am,Dm,G,Am
LetItBe 進行	C,G,Am,F
4156 進行	F,C,G,Am
6415 進行	Am,F,C,G
1625 進行	C,Am,Dm,G7
1451 進行	C,F,G,C
カノン進行	C,G,Am,Em,F,C,F,G

3.3 可視化用ファイルの生成

続いて、楽曲間のコード進行類似度を散布図で、各楽曲ごとのコード進行の出現割合を棒グラフで、テンションコード使用頻度を棒グラフで表示するためのデータを生成する。テンションコードは sus2, sus4, dim, add9, 6, (b 5), (b 9), (b 13), aug, (# 9), (# 11) の 11 種類を採用する。我々の実装では散布図生成に多次元尺度構成法 (MDS: Multi-Dimensional-Scaling) を用いている。多次元尺度構成法によって各楽曲の二次元座標を算出するために、各楽曲間の距離を計算し、楽曲の距離行列を CSV ファイルとして保存する。さらに、各楽曲ごとのコード進行の出現割合とテンションコード使用回数をそれぞれ棒グラフと棒グラフによって可視化するための JSON ファイルを生成する。以上のデータを、JavaScript でグラフ・チャートの描画ライブラリ「chart.js」を用いて可視化する。

3.4 楽曲検索・楽曲推薦システムの構築

我々は JavaScript のフレームワーク「Next.js」を用いて提案システムを構築し、インターネット上でアクセスできるようにしている。楽曲検索・楽曲推薦システム「chord-vis」は <https://chord-vis.com>, または <https://chord-vis.vercel.app> にアクセスすることで誰でも閲覧が可能である。本システムは全楽曲の類似度を可視化したトップページと、特定の楽曲名・アーティスト・作曲者に関する詳しい分析結果を確認できる詳細ページで構成されている。次章では、「楽曲検索・楽曲推薦システム」の機能について詳しく解説する。

4 データ表示機能とユーザインタフェース

本章では、3.4 節で述べた「楽曲検索・楽曲推薦システム」が提供するデータ表示機能とユーザインタフェースについて論じる。

4.1 トップページ

トップページでは、大量の楽曲の分布によって構成された散布図・キーワード検索といった機能から、自分好みの楽曲を探

することができる。現時点での我々の実装では、楽曲散布図上に楽曲群のコード進行類似度分布が表示されている。この楽曲散布図上の点をマウスでホバーすることで、楽曲名・アーティスト・作曲者を確認することができる。この操作により、自分の好みの楽曲にメロディーが類似した楽曲を視覚的に探すことが可能である（図2）。

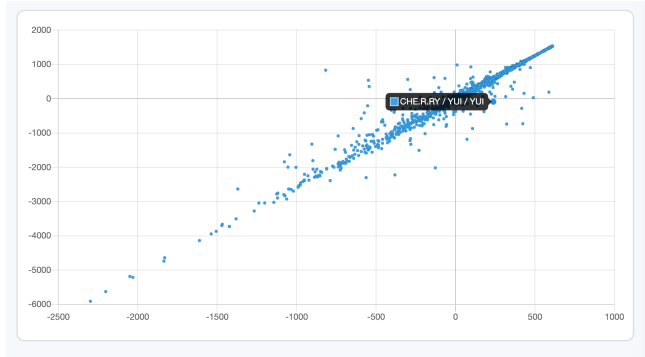


図 2: ホバー時の散布図表示

また、現時点での我々の実装では、散布図上に表示する楽曲数を1000曲に限定して表示されているが、表示楽曲数を増やしたときのこととも考慮して、楽曲名・アーティスト・作曲者といったキーワードであらかじめ条件を絞った上で散布図を表示できる機能も実装している（図3）。この機能では、キーワードを含む楽曲を赤色で表示し、他の楽曲を灰色で表示することで、キーワードに関連する楽曲がどのような分布をしているかを視覚的に理解することができる。さらに、従来の楽曲名・アーティスト・作曲者をキーワードとする従来の検索を実行することも可能である。

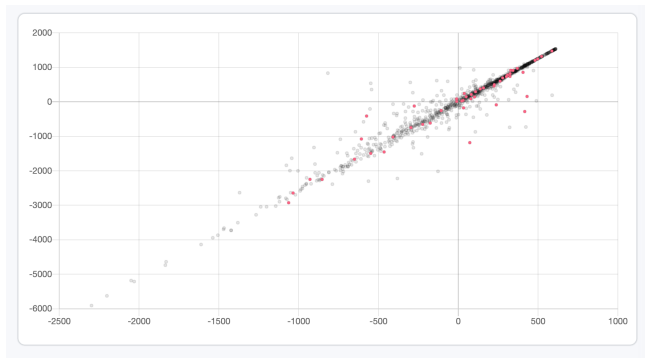


図 3: キーワード検索時の散布図表示

「コード進行から探す」、「テンションコードから探す」機能では各コード進行・テンションコードの使用回数をランキング形式で閲覧することができる。

4.2 分析詳細ページ

現時点での我々の実装では、

- 楽曲分析詳細ページ
- アーティスト分析詳細ページ
- 作曲者分析詳細ページ

の3種類の分析詳細ページを提供する。

楽曲分析詳細ページでは単一の楽曲の分析情報のみを表示し、アーティスト・作曲者分析詳細ページでは特定のアーティストや作曲者に関する全ての楽曲を分析した結果を表示する。各分析詳細ページでは楽曲の「調性」、「最頻出のコード進行・テンションコード」、「コード進行の使用比率」、「テンションコードの使用回数」、「コード進行が類似している楽曲上位20曲」、「テンションコードが類似している楽曲上位20曲」に関する分析情報を詳しく閲覧できる。これらの機能により、ユーザーは楽曲やアーティスト・作曲者とコード進行の関係に対する知見を深めることができる。



図 4: コード進行の使用比率の表示例

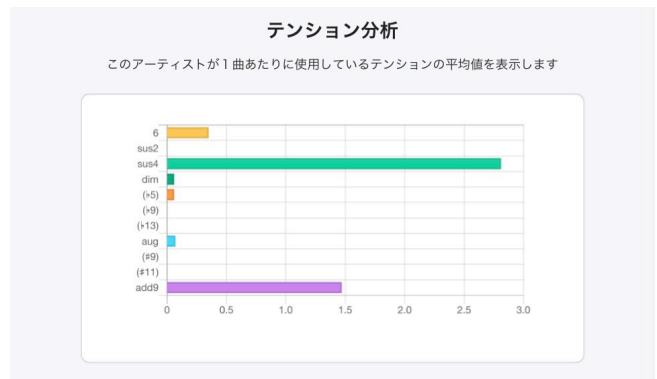


図 5: テンションコードの使用回数の表示例

楽曲のコード進行の使用比率を帯グラフを用いて可視化することで、楽曲がどのようなコード進行によって構成されているかを視覚的に捉えることができる（図4）。さらに、テンションコードの使用回数を棒グラフを用いて可視化している（図5）。

また、各楽曲間のコード進行とテンションコードそれぞれのユークリッド距離を計算した結果から、コード進行・テンションコードが類似している上位20曲を表示している（図6）。次元削減結果による散布図表示では楽曲間の距離のみを読み取ることができるのに対して、上位20曲に関する詳細表示により、楽曲間のコード進行がどのように類似しているかについて理解することが可能となる。

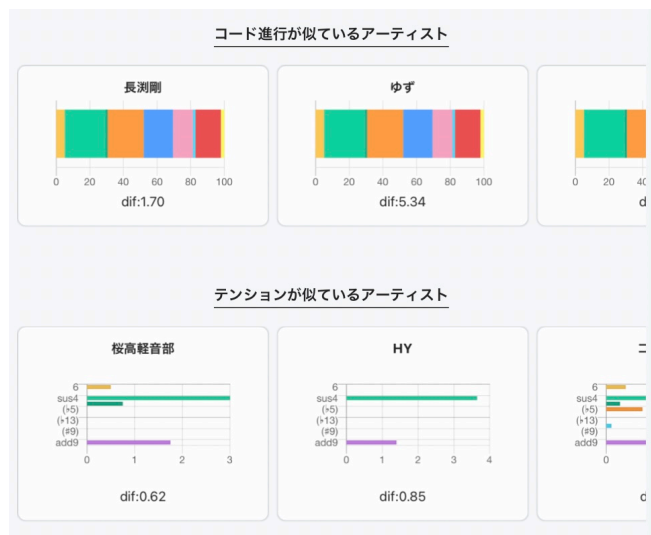


図 6: コード進行・テンションコードが類似する楽曲のうち上位 20 曲を表示

5 可視化結果

現時点での我々の実装では、U-FRET [6] から抽出した計 1000 曲を対象に、楽曲間類似度の可視化と楽曲検索・推薦システムの構築を行なった。コード進行のランキングからは、特定のコード進行がどのような楽曲でよく使われているかを知ることができる。例えば、スピッツにコード進行が似ているアーティストとして、ゆずやコブクロなどがランキングしていることから、以上のアーティストの楽曲は類似しており、ユーザーの好みに近い可能性があることがわかる。この他にもユーザはトップページの楽曲分布図や分析詳細ページのランキングから、自分の好みの楽曲に近い楽曲・アーティスト・作曲者を知ることができる。また、コード進行ランキングページからは、「小室進行」において、wowaka、黒うさ P などのボーカロイドプロデューサーが上位にランキングしており、小室進行がボーカロイドでの作曲の際好まれて用いられる傾向があることがわかった。さらに、テンションコードが似ているアーティストの項目からは、Mr.Children、福山雅治などの楽曲はあまりテンションコードを用いておらず、SMAP や嵐などのアイドルの楽曲のテンションコードと類似していることがわかった。それとは反対に RADWIMPS、flumpool、miwa といったアーティストは sus4 や add9 といったテンションコードを 1 曲に平均 10 回以上使用していることがわかった。以上から、アーティストごとのテンションコードの傾向・作曲の特徴を読み取れた。この他にも楽曲やアーティスト・作曲者の特徴を考察し、そこから得た情報を作曲に役立てることができる。

6 まとめと今後の課題

本研究では、楽曲の三大要素の一つである「メロディー」に大きな影響を与える「コード」を大量の楽曲を対象に分析・可視化し、そこからの絞り込みをすることで、楽曲検索・楽曲推

薦が可能となるシステム「chord-vis」を構築した。また楽曲のジャンルに影響を与える特殊なコード「テンションコード」の分析を加えることで、より楽曲内容に基づいた分析を可能にした。本システムでは、多次元尺度構成法 (MDS: Multi-Dimensional-Scaling) を用いて楽曲間のコード進行類似度を散布図上で表示した。これによってユーザーは自分の好きな楽曲やアーティストに似た曲を視覚的に見つけることができる。各楽曲におけるコード進行割合やテンションコード数をそれぞれ円グラフ、棒グラフで可視化することで、各楽曲のコードの特徴を視覚的に捉えることができる。

今後の課題として、以下の点に取り組みたい。

(1) 分析精度の向上

現時点での我々の実装では、50 曲に 1 曲ほどの割合で、代表的なコード進行が全く見つからない楽曲が存在し、このような楽曲は分析対象外とした。代表的なコード進行が見つからなかった原因として、1. 代表的なコード進行が一切使用されていない楽曲である 2. 移調に失敗した という 2 つの可能性が考えられる。今後は分析精度を向上させることで、このような楽曲も分析対象に含めたい。また、コード進行の中には、構成音が共通していて響きが似ている、俗に「代理コード」と呼ばれるコードが多く存在する。現時点では代理コードも異なるコードと見做してレーベンシュタイン距離を算出したが、より柔軟にコード進行の類似度を算出するために、「代理コード」についても考慮した実装をしたい。

(2) コード進行とテンションコードの 2 変数を用いた類似度の可視化

現時点での我々の実装では、コード進行の類似度のみで楽曲散布図を作成した。今後は、楽曲ジャンルに大きな影響を与えるテンションコード情報も含め、コード進行とテンションコードの 2 変数による楽曲散布図を構成し、より楽曲内容に基づいた可視化を行いたい。

(3) 年代情報による分析・可視化

現在、我々はコード譜公開サイト [6] で入手した HTML ファイルから「コード譜」と「楽曲名・アーティスト・作曲者」に関するデータを取得しているが、これらには年代に関するデータが含まれていない。今後はこれらのデータに年代に関する情報を紐づけ、年代別でデータを分析・可視化を行いたい。

文 献

- [1] 横山真男, 斉藤勇也, ヒットチャートランキング上位に入る楽曲の特徴分析, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-MUS-106, No. 22, 2015.
- [2] 吉田隼輔, 木村優介, コード進行によるヒット曲予測システムの構築, 研究報告音声言語情報処理, Vol. 2021-SLP-137, No. 12, 2021
- [3] 川井豊大, 松田真一, ギターコードから見る J-POP の特徴の統計解析, 南山大学卒業論文要旨 2005
- [4] 新井健太郎, 斎藤隆文, 可視化による楽曲間の類似度解析, 全国大会講演論文集, Vol. 2004, No. 1, pp. 147-148, 2004.
- [5] 上原美咲, 伊藤貴之, コード進行に注目した J-POP 音楽の可視化, 芸術科学会論文誌, Vol. 15, No. 4, pp. 177-184, 2016.
- [6] U-FRET <https://www.ufret.jp/>