

卒業論文

雰囲気を用いた楽曲検索システムの提案

公立はこだて未来大学
システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科
情報システムコース 1016200

寺島 啓悟

指導教員 新美 礼彦

提出日 2020年1月28日

BA Thesis

Proposal of Music Retrieval System Using Mood

by

Keigo Terashima

School of Systems Information Science, Future University Hakodate
Information Systems Course, Department of Media Architecture
Supervisor: Ayahiko Niimi

Submitted on January 28, 2020

Abstract— In recent years, using the Internet, composers can easily obtain reference music without purchasing CDs. In this research, music being composed is referred to as reference music. It is difficult for novice composers who are unaccustomed to retrieving music to obtain reference music because novice composers must listen to a lot of music at random. Novice composers are unaware of many artists composing music of various genres or moods because they have little experience listening to music. Therefore, herein, a music retrieval system was proposed that uses the mood of the music that the composer wants to create. The proposed system utilizes the Spotify API music analysis data and selects the available attributes as mood from the obtained data. Experiments confirmed that the selected data are suitable for the user 's intuition. The proposed system easily enables novice composers to obtain reference music.

Keywords: Mood, Music Composition, Composition Support, Music Retrieval System

概要 :

近年, 作曲者はインターネットを用いることで CD 音源を購入せずに手軽に参考曲を手に入れることが可能となっている。本研究では、作曲時に参考にする楽曲のことを参考曲と呼ぶ。しかし、楽曲を探すことに慣れていない作曲初心者は参考曲を集めることは容易ではない。なぜなら、作曲初心者は聞いたことが有る楽曲の数が少ないため、どのアーティストがどんなジャンルや雰囲気 of 楽曲を発表しているか知らず、手当たり次第楽曲を聞かなければいけないということが原因として挙げられる。そこで本研究では、作曲者が作りたい楽曲の雰囲気を入力とした楽曲検索システムを提案する。また、本研究では Spotify API の楽曲の解析データを雰囲気として扱うため、そこから必要なデータを手に入れることが出来るシステムを作成し、そのデータから雰囲気として利用可能な属性を選択する。更に、選択した物が利用者の直観に合ったものであるか実験により確認する。結論として、本研究で提案するシステムによって、作曲初心者でも参考曲を集めることが容易となる。

キーワード : 雰囲気, 楽曲の構成要素, 作曲支援, 楽曲検索システム

目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景	1
1.1.1	参考曲	1
1.1.2	楽曲の雰囲気	2
1.2	目的	2
1.3	論文の構成	2
第 2 章	関連研究	3
2.1	作曲支援	3
2.1.1	メロディの自動作成	3
2.1.2	伴奏の自動作成	4
2.2	楽曲検索	4
2.2.1	感性語句による楽曲検索システム	4
2.2.2	楽曲検索のための印象表現収集	4
2.3	本研究の位置づけ	5
2.3.1	作曲支援としての位置づけ	5
2.3.2	楽曲検索としての位置づけ	5
第 3 章	提案手法	7
3.1	提案手法の流れ	7
3.1.1	楽曲の音声データ解析	7
3.1.2	検索方法	7
第 4 章	実験と考察	10
4.1	概要	10
4.2	実験環境	10
4.2.1	Spotify API	10
4.2.2	Python	11
4.2.3	Spotipy	11

4.2.4	SQLite	11
4.3	データの準備	11
4.3.1	目的	11
4.3.2	内容	11
4.3.3	実験結果	13
4.4	解析データの確認	14
4.4.1	目的	14
4.4.2	内容	14
4.4.3	実験結果	17
4.4.4	考察	19
第5章	結論	20
5.1	まとめ	20
5.2	今後の展望	20
	参考文献	22

第 1 章

序論

本章では，研究の背景と目的，論文の構成について述べる．

1.1 背景

近年，ストリーミングサービスや楽曲投稿サイトなどの発展により気軽に多数の音楽を聞くことが出来るようになってきている．そのため，ストリーミングサービスや楽曲投稿サイトを利用することで，作曲者は CD 音源を購入せずに多くの楽曲を聴き参考曲を手に入れることが出来る．この発展に伴い，大規模な楽曲データベースから楽曲を効率的に検索する方法の研究が活発となっている [1]．しかし，現在でも楽曲を検索するためにはアーティスト名や楽曲名を用いることが一般的であり，楽曲を多く知らない作曲者は参考曲を集めるために，目的の参考曲にならない楽曲も聴きながら集める必要がある．そのため，時間がかかってしまい，効率よく参考曲を集めることが出来ないという問題がある．

1.1.1 参考曲

本研究において，参考曲とは作曲者が作りたい楽曲の雰囲気を持った別の楽曲のことを指す．

作曲者はその楽曲の構成要素を取り出して自分の楽曲に組み込む．楽曲の構成要素とは，フレーズ，リズム，コード進行などを指す．そのことにより，自分の楽曲に作曲者が作りたい楽曲の雰囲気を持たせている．フレーズを特徴分析することでジャンルによりはするが，ある程度精度の高いジャンル判別が成功している [2]．このことから，参考曲からフレーズを組み込むことで，参考曲のジャンルを再現出来ると言える．また，ジャンルは楽曲の雰囲気を決める要因の 1 つであるため，参考曲からフレーズを組み込むことで，参考曲の雰囲気も再現出来ると言える．また，ユーザの好みの楽曲からリズムとメロディの特徴を抽出しそれをもとにユーザの好みの楽曲を自動で作曲するシステムが開発されている [3]．このことから，作曲者が作りたい雰囲気を持った楽曲は参考曲のリズムやメロディを参考にすることで

作曲することが出来ると言える。また、メロディによってコード進行もある程度決まるため、参考曲からコード進行を取り組むことで、参考曲の雰囲気も再現出来ると言える。以上のことから、参考曲の楽曲の構成要素を自分の楽曲に組み込むことで、作りたい楽曲の雰囲気を持たせることができると言える。

そのため、参考曲を意図的に用意しなければ、自分の知識となっている扱える事が可能な楽曲の構成要素だけで作曲をすることになるため、目的の雰囲気を持った楽曲を作ることが難しく、似たような楽曲しか作れなくなってしまう。実際に、Google を用いて「作曲 参考曲」と検索すると、参考曲の使い方や作曲に参考曲を用いるべきという内容を述べている作曲支援ブログの記事が数件ヒットする。このことから、作曲をする際に参考曲を集めることは実際に行われている事であると言える。以上のことから、楽曲の雰囲気を想像して、参考曲を集めるという作業は重要であると言える。

1.1.2 楽曲の雰囲気

本研究において、楽曲の雰囲気とは楽曲を音楽の専門用語を用いらずに表現するための感覚的な言語の事を指す。また、雰囲気にはとてもや少しなどの度合いを示す言葉を付与することがある。楽曲を雰囲気を用いて検索するための研究は実際に行われている [4][5]。このことから、人は楽曲を雰囲気を用いて説明することができるということが分かる。また、Spotify API では楽曲をいくつかの雰囲気とその度合いを数値を用いて表現している解析データを提供している。

1.2 目的

作曲者は作りたい楽曲の雰囲気を想像しているため、楽曲をアーティスト名や楽曲名を使わずに雰囲気をその度合いの量を用いて楽曲を検索することが出来ることになることで、作曲者は効率良く、作りたい楽曲の参考曲を集めることが可能となる。したがって本研究では、雰囲気を用いた楽曲検索システムの提案を行い、雰囲気として Spotify API の解析データの値を用いてそれが人の直観と合っていることを示す。

1.3 論文の構成

本節では、本論文の論文構成について述べる。第 1 章では、本研究の背景と目的を述べた。第 2 章では関連研究について述べる。第 3 章では提案手法について述べる。第 4 章では本研究で行った実験と考察について述べる。第 5 章ではまとめと今後の展望について述べる。

第 2 章

関連研究

この章では、関連研究について述べるとともに、関連研究と対比させて本研究の位置づけを明確にする。

2.1 作曲支援

作曲にはいくつかの行程があり、作曲者によって様々な手順で作曲は行われる。作曲手順の例として以下の 3 つの行程を挙げる。

1. 参考曲を集める
2. 参考曲から楽曲の構成要素を取り出す
3. 取り出した楽曲の構成要素を基に伴奏やメロディ、歌詞の作成

この 3 つの行程を取ることで、作曲者は参考曲と同じ雰囲気を持った楽曲を作ることができる。このことは第 1 章の参考曲の項で説明しているように、フレーズからジャンルを判別する研究 [2] と参考曲のリズムとメロディを分析することで参考曲の雰囲気を持った楽曲の自動作曲を行うための研究 [3] から示すことができる。他にも、作曲支援の研究分野では、この 3 つの行程を支援するための様々な研究が行われている。以下の項では作曲支援の研究として多くある 3 つ目の行程に関する作曲支援の関連研究を 2 つ挙げる。

2.1.1 メロディの自動作成

メロディを作成する行程の支援の研究として、1 次マルコフ過程を利用した作曲支援システムの開発 [6] がある。この研究では、自動作曲では作曲者の作りたい雰囲気をうまく出せないという問題を解決するために参考曲を用意しそれを基にサンプルメロディを自動作成し、そのサンプルメロディを基に作曲してもらうことで作曲者の作りたい雰囲気を持った新しい楽曲の作曲の支援を目的としている。また、この研究のシステムとして、まず、参考にする楽曲のフレーズを使用者に 1 つ以上選んでもらい、フレーズ内のある音符からある音符

への推移確率をフレーズから取り出す．次に，取り出した推移確率を基にサンプルメロディを自動で生成することで，使用者の求める雰囲気を持った新しいサンプルメロディを生成する．そして，そのサンプルメロディを参考に楽曲を制作してもらうという物を提案している．

2.1.2 伴奏の自動作成

伴奏を作成する行程の支援の研究として，自動伴奏生成による作曲支援方法の提案（不確実性下における意思決定問題）[7] がある．この研究では，メロディに伴奏を自動で付与することによって作曲知識のない人でも作曲が出来るという作曲支援をする手法を提案することを目的としている．また，この研究の提案手法として，ある楽曲からメロディを持ってきて，そのメロディを一定の拍ごとに区切り，2つの区切り間の和音の組み合わせをいくつかの評価指標を用いて評価し，その評価によってメロディに伴奏を自動的に付与している．そして，自動的に付与された伴奏と実際に元の楽曲のメロディに付与されている伴奏と比較することで，提案手法の評価を行っている．

2.2 楽曲検索

大量の楽曲を手軽に聞くことが出来る中で，使用者がより効率良く楽曲を探索する方法は様々研究されている．その中でもアーティスト名や楽曲名以外の雰囲気を用いて使用者が求める楽曲を与えるための方法について様々な研究が行われている．以下の項では，そのような研究の例を2つ挙げる．

2.2.1 感性語句による楽曲検索システム

雰囲気を用いて楽曲を検索する研究として，感性語句による音楽データベース検索システムの構築 [5] がある．この研究では，あかるい，かなしい等，24語の感性語句を用いて楽曲を検索することで利用者の持つイメージに適したデータを効果的に検索するシステムの実現を目的としている．また，この研究の手法として，まず，楽曲の周波数成分を解析しその結果と感性語句を結びつけ，更に利用者の選択した楽曲から利用者毎の楽曲に対する感性語句のイメージのモデルを作成し，利用者が利用すればするほど，その利用者の感性語句による検索の精度が上がるというシステムを開発している．

2.2.2 楽曲検索のための印象表現収集

雰囲気を用いて楽曲を検索する研究として，印象に基づく楽曲検索研究のための印象表現の収集 [8] がある．雰囲気を用いて楽曲を検索するためには，利用者は楽曲の印象をどのような表現を行うのか，また，その表現と楽曲から抽出される特徴量との対応関係を定式化する必要がある．そのために，この研究では，様々な人たちを対象にアンケート調査を用いて楽

曲の印象を表現する方法収集している．そして，その結果を用いて印象表現データベースとしてまとめている．それによって，様々な人たちの楽曲の印象を表現する方法がデータとして残している．また，その結果を印象表現を用いた楽曲検索システムとして利用することが可能であると述べている．

2.3 本研究の位置づけ

2.3.1 作曲支援としての位置づけ

本章で述べた2つの作曲支援の分野の研究は，本研究は作曲支援を目的としている点では同じではあるが，作曲の手順の例として挙げた3つの行程の中の支援する行程が異なっている．まず，1つ目に挙げた参考曲を基にメロディを自動作成するという関連研究では行程の中の2つ目と3つ目を支援している．また，2つ目に挙げたメロディに伴奏を自動付与するという関連研究では行程の中の3つ目を支援している．しかし，本研究は，行程の中の1つ目の支援を行う．なぜなら実際に作曲初心者が求める作曲支援は，1つ目の行程であると考えられるからである．その理由として，作曲する中でメロディを作り伴奏を付与する行程は作曲の中で誰もがイメージしやすい重要な行程とされるが，重要な行程であるからこそ，作曲のやりがいの1つであるため，その行程を自動化することは作曲支援として求められていない．また，関連研究として1つ目に挙げた研究では，参考曲のフレーズを入力として求めているが，作曲に慣れていない作曲初心者は知っている楽曲の種類が少ないため，自分の作りたい楽曲のイメージに合った楽曲を入力することが難しい．したがって，作曲支援として作曲者の作りたい楽曲を探すという1つ目の行程を支援する事が，重要であると言える．そのため，本研究では作曲の3つの行程の内1つ目の行程を手順の支援を目的としている．

2.3.2 楽曲検索としての位置づけ

本章で述べた2つの楽曲検索の分野の研究は，本研究は雰囲気を用いての楽曲検索を目的としている点では同じではあるが，作曲手順の例の1つ目の参考曲を集めるための楽曲検索の研究ではないため，利用者が行うシステムに対しての入力が異なっている．まず，1つ目に挙げた感性語句による楽曲検索システムという関連研究では利用者に感性語句を入力する．また，2つ目に挙げた印象表現の収集という関連研究からは印象表現を入力するシステムが提案される事が想定される．このようにこの2つの研究では雰囲気を用いた楽曲検索に関する研究を行っている．しかし，本研究では，雰囲気に対する度合いの量も入力する．なぜなら，量を入力出来なければ，雰囲気検索後に目的の楽曲を見つけられなかった場合，新たな入力を調整するのが困難だと考えられるからである．このことは，参考曲として楽曲検索をしない場合は，想像している雰囲気と多少異なったとしても良いので問題無い．しかし，参考曲を集めるための楽曲検索では，想像している雰囲気と同じ雰囲気を持った楽

曲を出力する必要があるため、雰囲気に対する度合いの量も入力することが必要である。そのために本研究では、出力結果を見た後に出力された楽曲よりも雰囲気の度合いの量が多いのか少ないのか入力することで、想像している雰囲気と同じ雰囲気を持った楽曲を出力できるシステムを提案する。その点が本研究と関連研究の異なる点である。

第 3 章

提案手法

この章では提案手法について述べる。

3.1 提案手法の流れ

本研究で提案する手法として、まず、楽曲を雰囲気の数値で表現するために楽曲の音声データを解析する。次に、その結果を用いた検索を利用者が利用しやすいユーザインターフェースを開発する。最後に、利用者にはそのインターフェースを用いて雰囲気の度合いを大中小として入力してもらう。そうすることで、利用者がイメージした雰囲気を直接検索でき、参考曲を集めることができるという流れである。

3.1.1 楽曲の音声データ解析

第 1 章の楽曲の雰囲気の項で説明したように、人は楽曲を聴くことで雰囲気を用いてその楽曲を説明することができる。つまり、楽曲の音声データに雰囲気に関する情報が含まれていることが分かる。しかし、雰囲気に関する情報は音声データであると検索システムに落とし込むことが困難である。そのために、まず雰囲気には *danceability*(踊りやすさ) や *energy*(エネルギー度), *valence*(ポジティブ度) などいくつかの属性があると仮定する。そして、楽曲の音声データ解析を行う事で楽曲に対するそのようなそれぞれの属性の度合いを数値で表現する。このように、雰囲気を検索システムで扱いやすくするために楽曲の音声データを解析することで雰囲気を数値で表現する。得られたデータは以下の表 3.1 の様に扱う。

3.1.2 検索方法

楽曲の音声データ解析によって得られたデータを検索システムに落とし込むことで、雰囲気を用いた楽曲検索を実現する。

まず、数値を大中小の 3 段階に分類する。分類方法は、ある属性の平均値とその属性の値

表 3.1 楽曲の音声解析データ

楽曲名	アーティスト名	danceability	energy	valence
楽曲 A	アーティスト A	0.202	0.853	0.177
楽曲 B	アーティスト B	0.943	0.255	0.378
楽曲 C	アーティスト C	0.423	0.278	0.443

の差の絶対値が小さい属性の値上位全楽曲の 3 分の 1 に入る属性の値を中とする。次に、平均値との差が正側の中ではない属性の値を大とする。最後に、平均値との差が負側の中ではない属性の値を小とする。この手順を全属性で行う事で楽曲の全属性の値を大中小に分類する。数値を分類した後、それを用いて楽曲検索システムを作成する。

次に、利用者がシステムを用る手順を以下に示す。

1. 検索に使いたい属性を選択する。
2. 属性の大中小を選択する。
3. 出力された楽曲を聴く。
4. 目的の楽曲が出力されたか判断。
5. 出力されていれば終了、出力されていない場合は出力された楽曲より属性の値が高い楽曲を求めているのか、属性の値が高い楽曲を求めているのか入力して 3 の手順に戻る。

また、それぞれの手順の説明として、1 と 2 の手順で、図 3.1 を用いて雰囲気とその度合いを入力してもらう。例として、図 3.1 は danceability(踊りやすさ) が中の楽曲を検索している。5 の手順では、実際の属性の値を用いて大小関係を計算し、楽曲を出力する。3 と 4 の手順で、利用者は出力された楽曲を聴き参考曲になるか判断しながら、参考曲を集める事ができるようになっている。

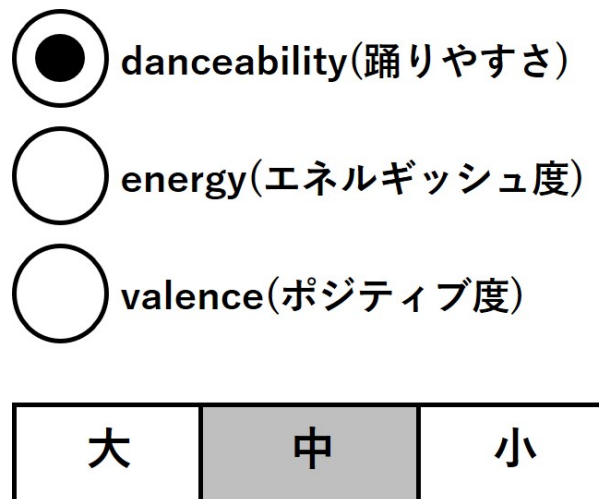


図 3.1 ユーザインターフェース

第 4 章

実験と考察

この章では本研究で行った実験と結果について述べる。

4.1 概要

本節では、実験の流れと目的について述べる。データの準備と解析データの確認のための実験を行った。まず、データの準備では、解析データの確認で用いるデータの準備を目的とした。そのために、データベースの作成と属性選択を行った。次に、解析データの確認では、実験データの準備で選択した属性にある数値がシステム利用者の直観と一致しているか確認することを目的とした。そのために、データの準備の実験で得られたデータを用いて被験者実験を行った。以上の実験により、本研究の目的が達成できたか示す。

4.2 実験環境

本実験では、次のツールを用いた。

表 4.1 使用したツール

tool	version
Spotify API	-
Python	3.7.3
Spotipy	2.4.4
SQLite	3.29.0

4.2.1 Spotify API

Spotify API とは、Spotify Data Catalogue から音楽アーティスト、アルバム、およびトラックに関する JSON メタデータを返す事が出来る Web API である [9]。Spotify API で

は楽曲を Danceability, energy などいくつかの属性を機械的に数値にした解析データが存在する [10] . 本実験では , 音楽アーティストとトラック名とそれにトラックに付与された解析データを用いた .

4.2.2 Python

Python とはインタプリタ型の高水準言語のプログラミング言語である [11] . Web API やデータベースを操作するためのライブラリが多く存在し , 本実験に適した物であるため使用した .

4.2.3 Spotipy

Spotipy とは Python 上で spotify API 用の軽量なライブラリである . Spotipy を使用すると , Spotify プラットフォームが提供するすべての音楽データにアクセスすることが出来る [12] . 本実験では , Python を用いたため , Spotify API からデータを入手したので Spotipy を使用した .

4.2.4 SQLite

SQLite とはデータベース管理システムの 1 つであり , 小型で高速な SQL データベースエンジンを実装する C 言語ライブラリである [13] . SQLite は sqlite3 という Python のライブラリを用いることで , Python 上で操作することが出来る . 本実験では , Spotify API から手に入れたデータを管理 , 検索しやすくするために使用した .

4.3 データの準備

4.3.1 目的

本実験では , 解析データの確認の実験で用いるデータの準備を行う . 準備として下記の 2 つがある .

- 本研究の実験で用いる楽曲データのデータベース作成 .
- 提案手法の検索に用いることが出来る属性の選択 .

4.3.2 内容

データベース作成

Python で Spotipy を用いて Spotify API のデータに接続し , 楽曲アーティスト名を検索することで , そのアーティストの人気上位の 10 曲の本実験で用いるデータを SQLite を用い

てデータベースを作成するプログラムを作成した．この作成したデータベース内のテーブル上には音楽アーティスト名とその ID，トラック名とその ID，および楽曲解析データが格納されている．また，このデータベースには 34 アーティスト各 10 曲の計 340 曲のデータを格納した．Spotify API から取得できる楽曲解析データに存在する属性を表 4.2 に表す．

表 4.2 楽曲解析データ

属性名	説明
duration_ms	トラックの長さを milliseconds で表した数値
key	トラックのキーを表した数値
mode	トラックのキーがマイナーかメジャーを表した数値
time_signature	トラックの拍子を表した数値
acousticness	トラックがアコースティック音楽かどうかの信頼度を表した数値
danceability	トラックの踊りやすさを表した数値
energy	トラックのエネルギー度を表した数値
instrumentalness	トラックにボーカルが付いているかどうかの信頼度を表した数値
liveness	トラックを録音した環境に観客が居たかどうかの信頼度を表した数値
loudness	トラックの平均 dB が Spotify 上で提供しているトラック全体の平均 dB との差を表した数値
speechiness	トラック内の話し言葉の存在を表した数値
valence	トラックのポジティブ度を表した数値
tempo	トラックのテンポを表した数値

属性選択

作成したデータベースを用いて，提案するシステムで利用可能な属性を選択する．そのために本実験では，以下の手順を取った．

1. 音楽知識が乏しい人だと直観で判断できないかどうか判断
2. 各属性の値上位 3 曲と下位 3 曲を聴いて値が直観に合うかどうか判断
3. 値のばらつきがあるかどうか判断
4. その他の理由で検索に利用不可能か判断

この手順を取った理由として，1 つ目の手順により，作曲初心者が楽曲の雰囲気イメージするときに使わない提案手法に不向きな属性を利用不可に出来る．2 つ目の手順により，被

験者実験を行わずに直観に合わない理由を持って判断することができる提案手法に不向きな属性を利用不可に出来る．3 つ目の手順により，値の分布にばらつきの少ない提案手法に不向きな属性を利用不可に出来る．4 つ目の手順により，以上の 3 つの手順では判断できない提案手法に不向きな属性を利用不可に出来る．このような属性は提案手法に適していない属性として利用不可とした．

4.3.3 実験結果

1 つ目の手順により，key(トラックのキーを表した数値)，mode(トラックのキーがマイナーかメジャーを表した数値)，time_signature(トラックの拍子を表した数値)，tempo(トラックのテンポを表した数値) を利用不可能とした．この属性は全て，知識がないと直観で判断しにくいいため利用不可とした．2 つ目の手順により，acousticness(トラックがアコースティック音楽かどうかの信頼度を表した数値)，instrumentalness(トラックにボーカルが付いているかどうかの信頼度を表した数値)，liveness(トラックを録音した環境に観客が居たかどうかの信頼度を表した数値)，loudness(トラックの平均 dB が Spotify 上で提供しているトラック全体の平均 dB との差を表した数値) を利用不可能とした．3 つ目の手順により，speechiness(トラック内の話し言葉の存在を表した数値) を利用不可能とした．4 つ目の手順により，duration_ms(トラックの長さを milliseconds で表した数値) を利用不可とした．よって以下の 3 つの属性が提案するシステムで利用可能な属性と分類した．

- danceability(トラックの踊りやすさを表した数値)
- energy(トラックのエネルギー度を表した数値)
- valence(トラックのポジティブ度を表した数値)

また，2 つ目の手順以降で利用不可とした各属性の理由を表 4.3 に示す．

表 4.3 結果理由

属性名	利用不可 とした手順	理由
acousticness	2	アコースティックではない楽曲でも 値が高く出ている楽曲も存在したため．
instrumentalness	2	深いリバーブの掛かったボーカ ルが楽器として判断されていたため．
liveness	2	明らかに観客が存在しない環境で録音さ れた楽曲が観客が存在すると判断されていたため．
loudness	2	dB の差は少なく直観に合わなかったため．
speechiness	3	標準偏差が最も小さい属性であった．
duration_ms	4	楽曲の全体的な長さは雰囲気を表していないため．

4.4 解析データの確認

4.4.1 目的

本実験では、実験データの準備で選択した属性にある数値がシステム利用者の直観と一致しているか確認する．

4.4.2 内容

まず、以下の表 4.4 様な条件に当てはまる楽曲を準備した．なお、実験内で同じ曲を 2 度聴かせないために曲種番号 1, 3, 4, 6, 9, 10 は各 2 曲ずつ、それ以外は 1 曲ずつ準備した．また、実験では楽曲の全体像が把握出来るとする、前奏から歌が入った後数秒間を聴かせる．そのため、その秒数を約 20 秒から約 40 秒でそれぞれの楽曲であらかじめ定めた．

以下に表 4.4 の説明を記述する．

- 大とは、その属性の値が準備した楽曲の中で上位 10 番に入る事を示している．
- 中とは、その属性の値が準備した楽曲の中での平均との差が少ない事を示している．
- 小とは、その属性の値が準備した楽曲の中での下位 10 番に入る事を示している．
- 不問とは、その属性の値を楽曲を選択する基準に含めないことを示している．

次に、準備した楽曲を用いて被験者実験を行う事で属性の値がシステム利用者の直観と一致しているか確認した．被験者は、大学生 4 名を対象に行った．以下被験者をそれぞれ、被験者 A、被験者 B、被験者 C、被験者 D とする．本実験では雰囲気という定性的なものを扱うため、量よりも質を重視したデータを集めることが重要である．そのため、被験者は 4 名

表 4.4 実験で用いる楽曲種

曲種番号	danceability	energy	valence
1	大	中	中
2	中	不問	不問
3	小	中	中
4	中	大	中
5	不問	中	不問
6	中	小	中
7	中	中	大
8	不問	不問	中
9	中	中	小
10	中	中	中

の少人数で行った。行った実験内容として、まず、実験内容と実験結果の利用について記載している承諾書の内容を理解してもらった後実験日と被験者の氏名を記入させた。承諾書の実験内容と実験結果の利用の内容は次の様になっている。

実験内容

- 楽曲を実際に聴いてもらいアンケートにお答えってもらう実験です。
- 全 17 曲を冒頭 20 から 40 秒ほど聴いてもらいます。
- 全体で約 20 分程度の実験です。
- 楽曲検索システムにおいて、以下の 3 属性を用いた検索を行うための使い勝手を調査するための実験です。
 - danceability(踊りやすさ)
 - * テンポ, リズムの安定性, ビートの強さ, 全体的な規則性などが安定していると高くなる。
 - energy(エネルギー度)
 - * デスメタル, ハードロックなどの音楽では値が高くなり, クラシック音楽などでは値が低くなる。
 - valence(ポジティブ度)
 - * 幸せ, 陽気な音楽で値が高くなり, 悲しい, 怒っているような音楽で値が低くなる。

実験結果の利用

- 実験結果は、卒業論文含め研究で利用します。

- 研究目的以外での利用はしません。

最後に、以下の問題文を提示して、その問に関する楽曲を聴かせ、問に回答させ、それを5問分繰り返した。また、聴かせた楽曲の順番はランダムで設定し、被験者全員に同じ順番で聴かせた。

- 問1 それぞれの属性の値が平均以上の楽曲3曲とどの属性の値も平均の楽曲1曲の全4曲を聴いてもらいます。属性の値が平均以上の楽曲3曲を選んで、どの属性が平均以上の楽曲であるか1, 2, 3でお答えください。
- 問2 それぞれの属性の値が平均以下の楽曲3曲とどの属性の値も平均の楽曲1曲の全4曲を聴いてもらいます。属性の値が平均以下の楽曲3曲を選んで、どの属性が平均以下の楽曲であるか1, 2, 3でお答えください。
- 問3 danceability(踊りやすさ)に特徴のある楽曲3曲を聴いてもらいます。3曲のdanceability(踊りやすさ)の値の大小関係を1, 2, 3でお答えください。
- 問4 energy(エネルギー度)に特徴のある楽曲3曲を聴いてもらいます。3曲のenergy(エネルギー度)の値の大小関係を1, 2, 3でお答えください。
- 問5 valence(ポジティブ度)に特徴のある楽曲3曲を聴いてもらいます。3曲のvalence(ポジティブ度)の値の大小関係を1, 2, 3でお答えください。

各問題の設定およびその意図は以下のとおりである。

- 問1 曲種番号1,4,7,10の全4曲を聴かせる。曲種番号1,4,7だと思ふ楽曲を選択してそれぞれの曲種か当ててもらふ。回答方法は表4.5に曲順番号1, 2, 3, 4を記入してもらふ。この数字はこの問で聴かせた曲順を表している。曲種番号4, 7, 1, 10の順番で聴かせた。そのため、正解は左から、曲順番号3, 1, 2となる。また、楽曲を4曲準備することで、2曲の曲種を判断した後の消去法を防いでいる。
- 問2 曲種番号3,6,9,10の全4曲を聴かせる。曲種番号1,4,7だと思ふ楽曲を選択してそれぞれの曲種か当ててもらふ。回答方法は表4.5に曲順番号1, 2, 3, 4を記入してもらふ。この数字はこの問で聴かせた曲順を表している。曲種番号6, 3, 9, 10の順番で聴かせた。そのため、正解は左から、曲順番号2, 1, 3となる。また、楽曲を4曲準備することで、2曲の曲種を判断した後の消去法を防いでいる。
- 問3 曲種番号1,2,3の全3曲を聴かせる。3曲のdanceabilityの値の大小関係を答えてもらふ。回答方法は表4.6に曲順番号1, 2, 3を記入してもらふ。この数字はこの問で聴かせた曲順を表している。曲種番号3, 2, 1の順番で聴かせた。そのため、正解は左から、曲順番号3, 2, 1となる。
- 問4 曲種番号4,5,6の全3曲を聴かせる。3曲のenergyの値の大小関係を答えてもらふ。

回答方法は表 4.6 に曲順番号 1, 2, 3 を記入してもらおう。この数字はこの問で聴かせた曲順を表している。曲種番号 6, 4, 5 の順番で聴かせた。そのため、正解は左から、曲順番号 2, 3, 1 となる。

問 5 曲種番号 7,8,9 の全 3 曲を聴かせる。3 曲の valence の値の大小関係を答えてもらおう。回答方法は表 4.6 に曲順番号 1, 2, 3 を記入してもらおう。この数字はこの問で聴かせた曲順を表している。曲種番号 7, 8, 9 の順番で聴かせた。そのため、正解は左から、曲順番号 1, 2, 3 となる。

表 4.5 回答欄 1

danceability(踊りやすさ)	energy(エネルギーシユ度)	valence(ポジティブ度)

表 4.6 回答欄 2

	>		>	
--	---	--	---	--

4.4.3 実験結果

実験結果は以下の様になった。また、正誤結果を表 4.7 表 4.8 表 4.9 表 4.10 表 4.11 に示す。

- 問 1 の回答は被験者 A は曲順番号 3, 1, 4 被験者 B は曲順番号 3, 1, 2 被験者 C は曲順番号 3, 1, 2 被験者 D は曲順番号 3, 1, 2 となった。
- 問 2 の回答は被験者 A は曲順番号 3, 4, 1 被験者 B は曲順番号 3, 1, 4 被験者 C は曲順番号 3, 4, 1 被験者 D は曲順番号 3, 2, 1 となった。
- 問 3 の回答は被験者 A は曲順番号 3, 1, 2 被験者 B は曲順番号 3, 1, 2 被験者 C は曲順番号 1, 2, 3 被験者 D は曲順番号 3, 1, 2 となった。
- 問 4 の回答は被験者 A は曲順番号 2, 3, 1 被験者 B は曲順番号 2, 3, 1 被験者 C は曲順番号 2, 3, 1 被験者 D は曲順番号 2, 3, 1 となった。
- 問 5 の回答は被験者 A は曲順番号 1, 2, 3 被験者 B は曲順番号 1, 2, 3 被験者 C は曲順番号 1, 2, 3 被験者 D は曲順番号 1, 2, 3 となった。

表 4.7 問 1 正誤表

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
曲種番号 1	正	正	正	正
曲種番号 4	正	正	正	正
曲種番号 7	誤	正	正	正

表 4.8 問 2 正誤表

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
曲種番号 3	誤	誤	誤	誤
曲種番号 6	誤	正	誤	誤
曲種番号 9	誤	誤	誤	誤

表 4.9 問 3 正誤表

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
大	正	正	誤	正
中	誤	誤	正	誤
小	誤	誤	誤	誤

表 4.10 問 4 正誤表

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
大	正	正	正	正
中	正	正	正	正
小	正	正	正	正

表 4.11 問 5 正誤表

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
大	正	正	正	正
中	正	正	正	正
小	正	正	正	正

4.4.4 考察

問 1 の回答に関しては、被験者 A は曲種番号 7 と曲種番号 10 の判断を間違えたが、他の被験者は全問正解した。問 2 の回答に関しては、被験者 B が曲種番号 6 のみ正解したが、それ以外の曲種番号は全員判断を間違えた。問 3 の回答に関しては、被験者 C 以外が danceability(踊りやすさ) の値が最も高い曲を当てることが出来たがそれ以下の判断は全被験者が間違えた。問 4 と問 5 の回答に関しては、全被験者が全問正解した。

まず、問 1 と問 2 の結果から、問 1 は 3 人の被験者は正解したが、1 人は不正解であり、問 2 では全員不正解である。このことから、複数の属性から特徴を見つけるのは困難であることが分かる。よって、複数の属性を同時に用いた検索は困難である。また、問 1 と問 2 の結果から特に属性の値の小さい特徴を判断することは困難であることが分かる。したがって、小さい値を入力とするだけで出力する楽曲を決めることは好ましくない。しかし、問 4 と問 5 の結果から energy(エネルギー度) と valence(ポジティブ度) での相対判断は安定しているので、属性によりはするが、楽曲を出力した後に、それより高い曲か低い曲かを選択は可能であることが分かった。よって、入力に小を使ったとしても、その後にそれより大か小を入力してもらえば、目的の楽曲を検索できると言える。

属性などに影響はされるが、楽曲を比較させることで、数値を利用者の直観と一致させることが出来ることが分かった。よって、本実験の目的を達成できた。したがって、本研究の目的を達成できた。

第5章

結論

この章ではまとめと今後の展望について述べる

5.1 まとめ

本研究では、作曲初心者でも参考曲を効率良く集めることができるために、雰囲気を用いた検索システムの提案を行い、そこで用いる雰囲気の属性の値と利用者の直観が一致していることを示すことを目的とする。具体的な提案手法は、楽曲を雰囲気の数値にし、利用者に雰囲気の数値の度合いを大中小を用いて入力してもらう。そうすることで、参考曲を集めることができるというものである。そのためにまず、実験でデータの準備として、データベースの作成と属性選択を行った。次に、解析データの確認として、データの準備の実験で得られたデータを用いて被験者実験を行った。その結果として提案手法において利用可能な属性を選択できた。また、その属性の値と利用者の直観の関係性得られた。したがって考察として、実験結果から雰囲気の属性などに影響はされるが、楽曲を比較させることで、数値を利用者の直観と一致させることが出来ることが分かった。結論として、目的を達成したことを示す。

5.2 今後の展望

今後の展望として、本研究で提案したシステムを開発し、作曲者に参考曲を集めることを目的として、システムを利用してもらい、システムを利用していない場合を比較することで、本研究の提案手法が実際に効果が有ることを確かめることが挙げられる。また、今回は楽曲の音声解析データとして Spotify API が提供しているデータを利用したが、解析方法を提案し雰囲気を数値にする属性を独自に増やすことで、参考曲を集めるための楽曲検索の効率向上を挙げる。

謝辞

本研究を進めるにあたり，親身にご指導して下さった新美礼彦准教授に深く感謝いたします．また，研究に関するアドバイスをしていただいた新美研究室の皆様，実験を被験者として手伝って下さった方々にも深く感謝いたします．

The authors whould like to thank Enago(www.enago.jp) for the English language review.

参考文献

- [1] 帆足啓一郎. 4. 音楽とアプリケーション. 映像情報メディア学会誌, Vol. 71, No. 7, pp. 466–469, 2017.
- [2] 鈴木崇也, 長谷川智史, 穴田一. 旋律に潜むジャンルの特徴. 第 74 回全国大会講演論文集, Vol. 2012, No. 1, pp. 7–8, mar 2012.
- [3] 朋希相澤, 慎太郎北山, 貴信三輪, 周司橋本. ユーザの好みのリズムに基づく自動作曲システム. 第 79 回全国大会講演論文集, Vol. 2017, No. 1, pp. 89–90, mar 2017.
- [4] 忠彦熊本. 印象に基づく楽曲検索のためのユーザモデリング手法. 情報処理学会論文誌データベース (TOD), Vol. 47, No. 8, pp. 157–164, jun 2006.
- [5] 真奈美三浦, 大三石, 淳佐々木, 豊船生. 感性語句による音楽データベース検索システムの構築. 第 62 回全国大会講演論文集, Vol. 2001, No. 1, pp. 69–70, mar 2001.
- [6] 恵介進藤, 勉正道寺. 1 次マルコフ過程を利用した作曲支援システムの開発. 自動制御連合講演会講演論文集, Vol. 51, pp. 237–237, 2008.
- [7] 貝井口. 自動伴奏生成による作曲支援方法の提案 (不確実性下における意思決定問題-rims 研究集会報告集). 数理解析研究所講究録, No. 1734, pp. 9–16, mar 2011.
- [8] 忠彦熊本, 公子太田. 印象に基づく楽曲検索研究のための印象表現の収集. 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 10, pp. 3231–3234, oct 2002.
- [9] Spotify api. <https://developer.spotify.com/documentation/web-api/>. (Accessed on 2020-01-18).
- [10] Features for a track. <https://developer.spotify.com/documentation/web-api/reference/tracks/get-audio-features/>. (Accessed on 2020-01-18).
- [11] What is python? executive summary. <https://www.python.org/doc/essays/blurb>. (Accessed on 2020-01-16).
- [12] welcome to spotipy. <https://spotipy.readthedocs.io/en/2.6.3/>. (Accessed on 2020-01-20).
- [13] What is sqlite. <https://www.sqlite.org/index.html>. (Accessed on 2020-01-20).