

## 感性データベースを利用した自動作曲システムの実現

荒谷綾太<sup>†</sup> 蓮井洋志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 室蘭工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

本論文では感性データベースを利用した自動作曲システムについて述べる。このシステムはメロディーの自動生成に主眼を置いているシステムである。また、作曲方法として「音程評価方式によるコード進行法」を用いている。これは、メロディーの印象は連続する2つの音符の音程によって変わるという考えに基づいた作曲方法である。この方法で曲をあらかじめ多数作っておき、26人の被験者に曲の印象をSD法で評価してもらった。その評価値を用いて、音楽感性DBを作成した。DBから曲を検索する際、ユーザは15組の感性語の対で表される感性パラメータを入力し、システムがその入力値に最も距離の近い曲を演奏する。実験の結果、検索に用いる感性パラメータの数が少ない場合はユーザのイメージにあった曲を検索できることがわかった。

## Implementation of Automatic Composing System with Kansei Database

Ryota Araya<sup>†</sup> Hiroshi Hasui<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Department of Computer Science and Systems Engineering,  
Graduate School of Engineering, Muroran Institute of Technology

We implement the automatic composing system, Sonneteer, with Kansei Database. The main purpose of this system is to compose a melody of music automatically. And, we applied "the Chord Progression method based on the evaluated intervals" for the method of composing. This is a method which is based on an idea that the impression of music demands on intervals of a series of 2 notes. After the system composed many music using this method, we had 26 people evaluated these music with SD method. Used the evaluated values, we made the Kansei Database of Music. When a user retrieve a music from this database, user inputs Kansei parameters that is showing by 15 sets of Kansei words. After that, the system plays a music that is the nearest to inputted parameters from the database. As a result of an experiment, we found that the user can retrieve a music which is close to the values that the user inputted on GUI.

### 1 はじめに

近年、我々が入手できるコンピュータによる自動作曲システムには様々な目的のものがある。作曲の勉強の為のもの、遊び感覚で気軽に作曲を楽しめるもの、数式を用いた定量的な理論に基づく本格志向のものなど、実に多種多様である。その中には市販のシーケンサーソフトの一機能となっていたり、シーケンサーのプラグインとして利用できるシステムもある。それらが作曲者の作曲支援や着想のヒントになる可能性も大いにある。さらに、Webサイト上で作曲できるシステムの中には、曲のジャンルのみならず、コード進行等の細かいパラメータを指定して、自動作曲とは思えない程雰囲気の良い曲を作るもの

もある [1]。

我々はメロディーの自動生成を目的とした自動作曲システムである「Sonneteer」を作成している。このシステムは「音程評価方式のコード進行法」によって作曲をする。これは、コード進行、リズムのパラメータに加え、音程パラメータを用いてメロディーを作曲する方法である。

しかし、これは音楽理論に則った作曲方法の為、必ずしもユーザの好みの曲を作曲するとは言えない。数百曲の作曲データの中に一つくらい好みの曲がある程度である。

一方、雰囲気や印象で曲を検索するデータベースシステムに大量の曲を登録しておけば、好みの曲を探すことができる。そこで、今回我々はシステムの作

曲データを感性情報で検索する音楽感性データベースシステムを作成した。ここでいう感性情報とは、曲の雰囲気表現する形容詞と楽曲中の具体的なコード進行や音程、音符数を人間が評価した値で結びつけたものである。これらの定量化できる値が曲の印象を決める重要な要因だと我々は捉えている。

データベースへの登録のため、Sonneteerの作曲した多数の曲をコード進行3種類×音程4種類×音符数4種類の48パターンで分類し、これらの曲を被験者に聞かせ、SD(semantic differentials)法[2]によって分類一つ一つの感性情報の値を求めた。すると、各々の分類が特徴的なパラメータを出した。その後、感性データベースの検索実験をしたところ、ユーザが検索で用いたイメージに近い結果が得られた。

この論文では2章でシステムの作曲方法、3章で音楽感性データベースについて、4章で感性データベースを含むシステム構成、5章でデータベースを使った検索実験について述べ、6章で考察し、7章でまとめる。

## 2 作曲方法

メロディーの作曲方法としては、コードの主要三和音を中軸に音高列を作るコード進行法がある。この方法のみで作曲すると、コード以外の音が前外音、後外音、経過音、先取り外音、基音の6度、9度のような規則で入り、意外性のないメロディーになってしまうことが多い。また、これら規則の適用方法も複雑である。

本研究の作曲方法では、上記のコード進行法に加えて、音程評価方式も採用している。これは楽曲内の連続した2音符間の音程の度数それぞれに対して、あらかじめ、楽曲内における割合を定めておく方法だ。ここで、1オクターブより離れた音程は不自然に聞こえることが多いため、1度から8度の音程のみに限定して、割合を定める。

また、メロディーは8小節1フレーズとして生成し、リズムは8分音符単位で構成する。リズムのパラメータである8分音符の数、4分音符の数、シンクォーシヨンの数、休符の数もあらかじめ与えておく。1小節4分の4拍子で考えると、1フレーズ内に最大64個の音休符が入ることになる。

## 3 音楽感性データベース

音楽感性データベースとは音楽を感性情報で分類したデータベースのことである。ここで、感性情報とは人間の感性をアンケートなどで間接的に数値化した情報のことである。

人は音楽を聞いた際、それまでの経験で培った感受性や審美眼、より具体的に言えば、それまでどんな音楽を聴いてきたかに基づいて評価する。よって、人間の音楽への感性というものは非常に主観的で曖昧な情報である。それ故直接、感性を定量化することはできない。

このような曖昧な概念の印象評価のために、心理学実験や製品開発でよく用いられるSD法を用いた。SD法は「良い-悪い」といった、感性語と呼ばれる対極的な形容詞の対をたくさん羅列して、それらの5段階尺度もしくは7段階尺度のスケールを用意し、そのスケール上のどこに該当するかで、評価を求める方法である。

今回我々は15組の感性語対を用意して7段階の評価を3人の被験者に対し行った。

## 4 自動作曲システムの実現方法

### 4.1 システム構成

図1に我々が開発している自動作曲システムSonneteerと感性データベースを用いた検索システムの構成図を示す。作曲システムはC++を用いてLinux上で開発した。これはWindowsXP上でも正常に動作することを確認している。データベース部のGUIはTck/Tkで検索部はperlで実装した。また、MIDIエンコーダとプレイヤーにはフリーソフトを用いた。検索画面を図2に示す。

本システム内でのデータの流れを説明する。なお、リズム生成部、音高列生成部は4.2,4.3節で、感性データベースへの楽曲の登録方法は5.1節で詳しく述べる。

まずはじめに、メロディー生成部内で、リズム生成部がリズムパラメータに基づいてリズムを生成する。次に、音高列生成部で、コード進行や音程パラメータに合った音高列を生成する。その後、リズムと音高列を合わせてメロディーとする。それから、アレンジ部で簡易的な伴奏やドラムパートを追加し、それを楽曲情報ファイルとして出力する。MIDI

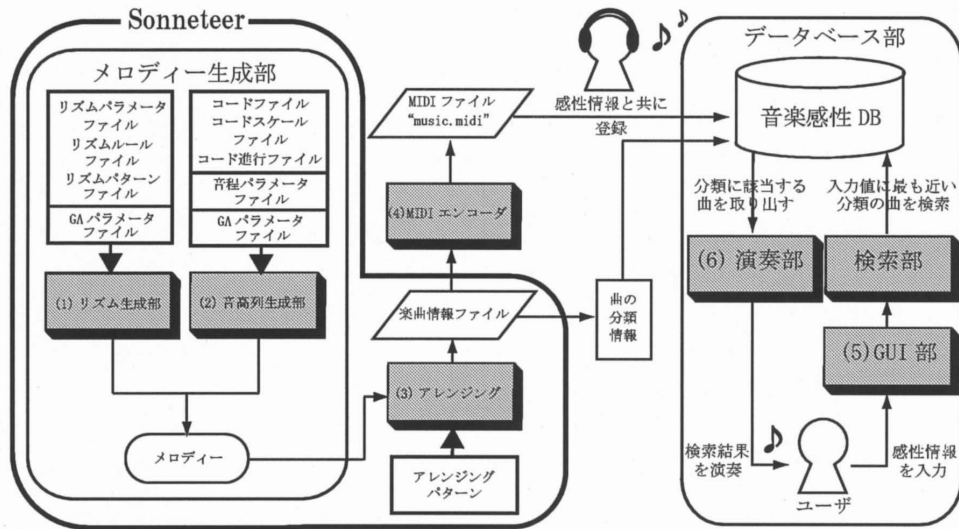


図 1: 自動作曲システム Sonneeteer と感性データベース

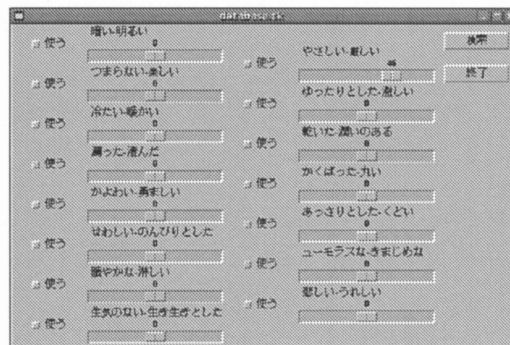


図 2: 検索画面

にエンコードする前に楽曲のコード進行、音程パラメータ、リズムパラメータを分類情報として保存しておく。その後ファイルを MIDI エンコーダで MIDI ファイルに変換する。次にデータベース部の処理について説明する。曲の登録の際、予備実験として多数のユーザに曲を聞かせ、その分類ごとの感性情報を与えてやる必要がある。

データベースを検索するには、まず、ユーザが GUI から曲の感性情報を入力する。暗い/明るい、つまらない/楽しい、冷たい/暖かいのような相反する 15 組

の感性語対から利用したいパラメータを選ぶことができ、その度合いを  $-100 \sim 100$  の値で入力し、検索する。値が正の値であれば、右側の感性語、負の値であれば左側の感性語の度合いである。この感性語対は文献 [3] を参考にして選んだ。ユーザが指定する度合いは  $-100 \sim 100$  の値であるが、それを  $-3 \sim 3$  の 7 段階の値にシステムが正規化する。これは曲の登録の際に被験者に曲を 7 段階で評価してもらっているからである。

次に検索部が入力した感性ベクトルと登録されて

いる全ての曲の分類の感性ベクトルとのユークリッド距離を計算する。なお、指定されていない次元の感性語は用いず、ユーザが指定した感性語の値だけをデータベースの曲の分類の感性情報と比較する。

前述したように、曲の分類はコード進行3種類×音程4種類×音符数4種類の最大48分類ある。順に、分類  $(i, j, k)$  と表す。 $i$  がコード進行の分類を表し、 $i = 1$  のときメジャー進行、2 のときマイナー進行、3 のとき混合進行である。 $j$  は1フレーズ内の5度以上の音程による分類を表し、 $j = 1$  のとき5度以上の音程が0割、2 のとき2割、3 のとき4割、4 のとき6割である。 $k$  は1フレーズ内の8分音符数による分類で、 $k = 1$  のとき音符数30未満、2 のとき30以上35未満、3 のとき35以上45未満、4 のとき45以上である。

検索の手続きを以下に示す。なお、 $\mathbf{x}$  が検索ベクトル、 $\mathbf{y}_{chord}$ 、 $\mathbf{y}_{intv}$ 、 $\mathbf{y}_{note}$  がそれぞれ、登録されている曲の分類の、コード進行、音程の割合、音休符数の数の感性ベクトルである。

$$distance(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = |\mathbf{x} - \mathbf{y}|$$

1.  $i = 1, 2, 3$  に対して、 $distance(\mathbf{x}, \mathbf{y}_{chord,i})$  を求め、距離が最小の分類  $i$  を求める。
2.  $j = 1, 2, 3$  に対して、 $distance(\mathbf{x}, \mathbf{y}_{intv,j})$  を求め、距離が最小の分類  $j$  を求める。
3.  $k = 1, 2, 3$  に対して、 $distance(\mathbf{x}, \mathbf{y}_{note,k})$  を求め、距離が最小の分類  $k$  を求める。
4. 分類が  $(i, j, k)$  である曲をデータベースから取り出す。

以上の手続きにより、入力した感性パラメータに最も距離が近い分類を求め、その分類の楽曲をデータベースから取り出す。

## 4.2 リズム生成部

リズム生成部では4分の4拍子の8ビートを基本とした、8小節1フレーズのリズムを生成する。

リズムは交叉のない遺伝的アルゴリズム (GA) で最適化していく。まず、GA の初期値として、リズムパラメータファイルから8分音符、4分音符、休符、シンコペーションのフレーズ内での総数を読み込む。

また、フレーズを4つ、8つのまとまりで表される小フレーズに分割し、それらの小フレーズのリズムの類似度を考える。類似度の高い個体のGAの評価値を高くしておく。結果、似たようなリズムのまとまりがフレーズ内にいくつかできる。そうやって同じリズムの小フレーズを繰り返すことによって、よりメロディーを聞き手に印象づけることができる。巷に溢れている多くの楽曲もこのように似たリズムの小フレーズを繰り返しているものがほとんどである。

シンコペーションの音符数、裏伯の音符数、小フレーズのリズムの類似度、2分音符以上の音符の入る場所をGAの制約条件として定める。これらの設定した値に近いほど適応度が高い。全ての制約条件を満たす必要はなく、全個体中で閾値を満たすものが1個体でもあれば探索を終了させる。適応度は0以上1以下で表され、適応度の閾値は0.990以上と定めた。

## 4.3 音高列生成部

ここでは、コード進行ファイルおよび音程パラメータファイルを用いて、リズム生成部が生成したリズムの音高を決定していく。

音高列もリズムと同様に交叉のないGAで生成し、コード進行と連続する2音符間の各度数の音程の割合によって最適化していく。

主要3和音以外の音高の割合、2分音符以上の長さの音高がコード構成音である割合、コードスケール以外の音高の割合、スケール以外の音高の割合、前の音と現在の音の音程が  $n$  度の割合を制約条件とした。適応度はリズム同様0以上1以下で表され、適応度の閾値は1とした。

## 5 実験

### 5.1 感性解析の予備実験

SD法で、15組の感性語対に対して、26人の被験者に7段階に評価してもらった。我々のシステムでコード進行、音程、リズムなどの入力パラメータを変えて24曲作曲した。24曲のうちわけは、音符数30未満6曲、30から34が6曲、35から44が6曲、45以上が6曲である。また、5度以上の音程の数0割が6曲、2割が6曲、4割が6曲、6割が6曲である。コード進行は表1に示しておく。1つ目の進行

は、メジャースケールのカデンツで8曲、2つ目の進行は、マイナースケールカデンツで8曲、3つ目は、マイナーとメジャーの混合進行でこれも8曲である。

結果を図3に示す。majorがメジャー進行、minorがマイナー進行、mixが混合進行である。interval 0が5度以上の音定数が0割で、interval 2が2割、interval 4が4割、interval 6が6割である。notes -30が30音符未満である。notes 30-34が30音符から34音符、notes 35-44が35音符から44音符である。notes 45-が45音符以上である。

メジャー進行は明るい、楽しい、マイナー進行は、暗い、冷たいが比較的大きい値をとった。混合進行はメジャー進行とマイナー進行の間の値を取った。音符の数を多くすると、生き生きとすると判断された。少ないと淋しい、やさしい、ゆったりとしたと判断された。5度以上の音程が0、2割の場合はゆったりとした、楽しい、やさしいと4、6割ではくどいと評価された。5度以上の音程が多くなると度合いの数字が0付近に集中した。5度以上の音程が多くなると曲の印象が無味乾燥になるのではないかと考える。

番号	コード進行
1	C F G7 C C F G7 C
2	Am Dm E7 Am Dm Am E7 Am
3	C E7 Dm7 G7 Am Dm7 G7 C

表 1: 曲の分類と評価のためのコード進行

データベースの感性ベクトルテーブルはこの結果をもとに作成した。感性ベクトルは全部でコード進行3種類、音程数4種類、音符数4種類の11個作った。

## 5.2 音楽感性データベースの検索実験

この実験では、ユーザが欲しい曲を印象語で検索したときに、検索結果として演奏されたものがユーザの期待したものかを検証する。

自動作曲システムの生成した48曲の音楽を登録した音楽感性データベースで検索実験を行った。登録した楽曲は全曲、予備実験で評価したものは異なるものである。被験者は3名で、被験者1、2は3年程度の楽器の練習をした初級者で、被験者3は音楽の専門的な知識をもたない。

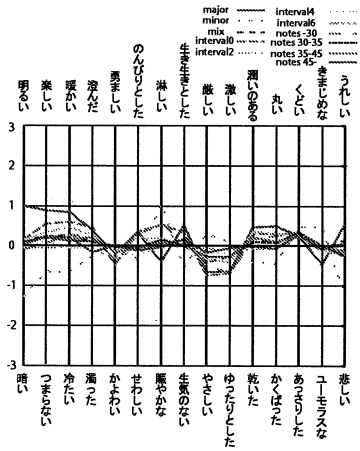


図 3: SD 法による分析結果

選べる感性語対の数を2個,3個,4個,5個以上に限定し、被験者が好みの曲と考える音楽を20曲検索させた。使う感性語対の数は2個が5曲、3個が5曲、4個が5曲、5個以上が5曲である。

被験者に検索画面上で、感性語対とその値を選ばせ、検索結果の曲を聞いた後、検索したときのイメージに演奏結果の曲がどのくらい近いかのアンケートを取った。使った感性語も記録した。検索結果と被験者のイメージがどの程度類似していたかを表2に示す。

感性語対の数	適合度 (-3~3)
被験者 1	
2	2.6
3	2.2
4	2.4
5以上	2.2
被験者 2	
2	2
3	2.8
4	2.6
5以上	0.8
被験者 3	
2	0
3	0.2
4	-0.2
5以上	0.4

表 2: 感性語のイメージに曲があったかどうか

被験者の評価によると、くどい-あっさりとしたという感性語対は全分類の変化の度合いが乏しかった。

これは、データベースに登録した音楽に変化が無かったためである。そのために、くどい・あっさりとしたを検索要求に使った場合は検索に失敗した。被験者3はあっさりとした音楽が好きのために検索結果のイメージが合わないと答えた。被験者2は5対以上の感性語対を使ったときに検索が適切でないと感じた。感性語対を多く使うと感性語間の依存関係を無視した問い合わせを行ってしまう。しっかりと問い合わせ要求を考えないと悪い結果になってしまう。

## 6 考察

### 6.1 自動作曲した曲の主観的評価

小フレーズ内のリズムを似たものにすれば印象に残りやすいと考えていたが、音高列の音程にまとまりがないものが多いので、印象の弱い音楽となるものが多い。リズムだけでなく音程の類似度の評価値を高くするとなおよくなると考える。そのため、音高列生成部のGAの制約条件として小フレーズの類似度を加える必要がある。

また、これらの曲が作曲のヒントになり得るかどうかだが、現段階では1小節や2小節の一部分のフレーズだけに着目して考えれば、たまに気に入ったメロディーがあるので、使える機会もあるだろう。

### 6.2 感性データベースの考察

今回感性情報のデータを取るために26人の被験者に対してSD法を行った。この方法は今後印象メタデータ[4],[5]や感情価[6]などによる計算によって置き換えられるべきである。印象メタデータや感情価によるデータはSD法よりも正確とはいえないが、印象メタデータによって自動的に感性情報を計算できれば、自動作曲した曲が人手を介さずに感性データベースに登録できる。

我々の方法は音程パラメータやリズムパラメータ及びコード進行が同じであれば、感性データベース内では同じ分類になる。Hevnerの印象語群に対する楽曲構造要素の相対重要性のパラメータによると、メロディーは上昇するか下降するかが大切で前の音と何度であるかまでは議論されていない。我々は上昇下降を考えず、前の音との音程差を基に分類した。また、リズムの分類もHevnerは固定、流動でパラメータを定めたが、我々は8小節のメロディー内に

何音符存在するかから分類した。しかし、上昇下降や固定流動だけが感情に影響を与えているわけではない、ということを検索実験の結果は意味している。

## 7 まとめと今後の方向性

音程を評価する自動作曲システムを作成した。また、コード進行、音程、音符数を指定して作った曲を被験者に聞かせ検索イメージに合った曲かどうかを実験した。

実験では15個の感性語対を使ったが、まだこれだけ多くの感性語で表せるような細かいニュアンスのメロディーを作曲できていない。そのため、たくさんのコード進行パターンを登録しておく必要がある。

また、被験者の音楽への嗜好も音楽の評価に影響することがわかった。メロディーやリズムに対する細かいこだわりを持っている被験者はたくさんの感性語で評価できる。反対に個々の音楽やメロディーに対するはっきりしたイメージが固まっていない被験者は多くの感性語による評価は難しい。

本システムの今後の方向性についてだが、日本語の歌詞の感性情報を与えて、その感性情報でメロディーを検索する感性データベースがあれば、歌詞にメロディーをつけてやることできる。また、歌詞を意味解析し、詞中の強調したい部分や目立たせたくない部分に合わせたメロディーを与えたりもできると言える。

最後に、本システムで作曲したもののなかで、出来がよかったものは我々の研究室のWebサイト(<http://morph1.csse.muroran-it.ac.jp/wiki.cgi>)にアップロードしてある。興味のある方は是非聞いてみて欲しい。

## 参考文献

- [1] WolframTones: "http://tones.wolfram.com/" Wolfram Research.Inc.
- [2] 都甲深, 坂口光一: "感性の科学 心理と技術の融合" chapter 1-3, pp.35-36, 朝倉書店,(2006).
- [3] 中村敏枝: "感性情報処理の基礎" chapter 2, pp.13-27, オーム社,(1994).
- [4] 石橋直樹, 清木康, 中神康裕, 佐藤聡: "複数の音符列から構成される音楽データを対象とした印象メタデータ抽出方式" 日本データベース学会 Letters, Vol.2, No.2, pp.265-270 (2003).
- [5] 芳村亮, 中西崇文, 北川高嗣: "任意の言葉を対象とした楽曲自動生成方式" 第17回データ工学ワークショップ (DEWS2006), 電子情報通信学会,(2006).
- [6] 岸原万梨子, 辻光宏: "感情価を用いた音楽作品分類への試み" 情報処理学会音楽情報科学研究会 Vol.2006, No.113 pp.33-36 (2006).