ファジィ推論による曲調を考慮した伴奏コードの自動生成

非会員 徳丸正孝 (関西大)
非会員 文室晋一 (関西大)
正員 村中徳明 (関西大)
非会員 今西茂 (関西大)

Automatic Harmonization by Considering of Tonality Using Fuzzy Reasoning
Masataka TOKUMARU, Non-member, Shinichi FUMURO, Non-member,
Noriaki MURANAKA, Member, Shigeru IMANISHI, Non-member
(Kansai University)

It is very difficult in the music harmonization system of the modern popular music that the complicated music, that have the chord progression and the key change reflected in the music theories and arranger's personality, are composed by using the techniques of artificial intelligence and neural network.

In this paper, we propose a musical arrangement system using fuzzy reasoning by max-min operation in two fuzzy sets. There are the parts consisting of some bars in the melody of the music. Each part has tonality very related to images of music. Then, we make a chord progression fit to the tonality of each part by taking notice of the importance of each note constructing a melody. The two sets are classified with (1) "fitting a chord to a melody" and (2) "propriety of a chord progression according to considering music theory. We get the parameters of the sets from the shapes of the membership functions, which are changed by arranger's feeling and experience. We have the good natural chord progression without inharmoniousness by using the reasoning. It is shown in the experimental results that the tonality takes advantage of the reasoning to propose the final chords.

キーワード：ファジィ推論、曲調、伴奏コード、MIDI

1. まえがき

メロディの和声付けに関する研究は、音楽情報処理の分野において、比較的論理的な側面を持つ問題であり、AI的アプローチで研究が行われている⁽¹⁾。しかしながら、伴奏コードの作成は、編曲者の個性やメロディの解釈の違いなどから、同じメロディから非常に多くの伴奏コードを考えることができるなど、音楽理論だけでは解決できない感覚的で、かつ曖昧な側面が重要であると考えられる。音楽に関する研究において、感覚的側面を持つ問題には、メロディの解釈に基づいた演奏表現に関する研究が多く行われているが⁽²⁾、伴奏コードの作成の問題についても、メロディの解釈が重要であると考えられる。

メロディの解釈に関する研究においては、認知心理学的に盛んに研究が行われており⁽³⁾、メロディのグループ化とメロディ音の相対的重要度の決定が主な問題である。この分野に関しては、Lerdahl and Jackendoff⁽⁴⁾やNarmour⁽⁵⁾の研究が有名であるが、これらの音楽認知の理論に基づいて

伴奏コード生成ルールを作成して、人間の持つ感覚と個性を反映した音楽の認知と表現のシステムの構築が課題となっている。

本研究では、人間が音楽を聴く上で感覚的に最も影響を受けると考えられるフレーズと調性の関係に着目し、フレーズ毎の調性を損なわない伴奏コードの作成を試みている。音楽理論とメロディの認知には基礎的な部分を利用し、簡単なルールのファジィ演算によって、曲の雰囲気重視した伴奏コードを実現している^{(6) (7)}。

2. 伴奏コード生成システムの構成

伴奏コードの自動生成システムの構成は、図1で示されるように、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) キーボード、シンセサイザー、マイクロコンピュータ、及びインターフェイスから構成されている。MIDI キーボード、及びシンセサイザーで扱われるデータは、MIDI に標準化されたデータである。MIDI には、これらのデータをマイクロコンピュータに送受信するためのインターフェイスが

用意されている。

ここでは、コンピュータに、Apple Macintosh LC630を使用している。MIDI キーボードには、音源とインターフェイスを内蔵した Roland SK-50 を使用している。

図1 ハードウェア構成
Fig.1 Hardware configuration

3. データの入出力

図1の装置構成における処理の流れを図2に示す。メロディの入力は、SMF (Standard MIDI File) 形式のデータとして保存される。これには、MIDI キーボードに市販のシーケンス・ソフト "VISION-J" を使用している。ここで用いる作成した伴奏コード自動生成プログラムは、SMFを読み込み、メロディから伴奏コードを推論して、伴奏コードを出力する。次に、伴奏コードを市販の自動伴奏作成ソフト "Band-In-A-Box" に入力し、シンセサイザーで演奏を行う。

図2 処理の流れ
Fig.2 Processing flow

4. 入力データの整理

伴奏コード生成プログラムは、メロディ MIDI データの中から、音の高さと、音の長さの情報を抜き出して推論を行う。このため、コード (和音) を要素とする集合 U を考え、伴奏用のコードを割り当てるため、メロディを小区間に分け、1 区間に 1 個の伴奏コードを対応させる。なお、この区間を「メロディ区間」と呼び、1/2 小節を 1 メロディ

区間とする。すなわち、 i 番目のメロディ区間を m_i とすると、1 個のメロディは、メロディ区間の列 $m_1 m_2 \dots m_n$ と考えられる。従って、メロディに適したコードを選ぶことは、メロディ区間 $m_1 m_2 \dots m_n$ に集合 U の要素 (すなわち、コード) の列 $x_1 x_2 \dots x_n$ を対応させることになる。

5. ファジィ量の導入

編曲者が、実際にあるオリジナルメロディに対してコードを選択する場合は、五線譜に用意されたメロディか、あるいは実際に楽器で部分メロディを弾いてみて、その部分メロディに対して適していると考えられる幾つかのコードを用意しておく。そして、より大きなメロディの集まりに対して、そのメロディに適したコード進行ができていかどうか聴き比べながら、ふるいにかけ、最終的には 1 個のコード進行を作り出すことになる。このコード作り出すときに、次のような 2 個の作出過程が存在する。

(5-1) 部分メロディを構成しているそれぞれの音があまり不協和にならないようなコードの作出

(5-2) より良いコード進行の作出

(5-1) に関しては、編曲者の感性によって差があるが、ここでは、調性を損なわない自然な伴奏コードの作成を行うため、「あまり不協和にならないように」と記述している。この協和・不協和の曖昧性に関するルールを以下に示す。

(5-3) 調性を失わないために、基本的に機能コードの中から選択する。

(5-4) 機能コードが選択できない場合、ダイアトニックコードの中から選択する。

(5-2) は、編曲者の個性が反映される部分であるが、コード進行に関して指定するルールを以下に示す。

(5-5) 基本的なコードのエモーションに従う。

(5-6) 感覚的、かつ経験的に得られるコード進行に従う。

以上の (5-1) ~ (5-6) から、コードの選択の問題には、論理的に解決できる部分と共に、感覚的、経験的に得られる主観的曖昧性が存在していることが分かる。

すなわち、音楽理論的に考えて、コード選択の要素は大別して、(5-a) 「メロディとコードとの適合性」と、(5-b) 「コード進行の妥当性」に分類することができる。これら要素は音楽理論の他に個人の感覚によって評価の異なる問題である。従って、音楽理論に基づいたコード選択のルールに加えて、コード選択の問題に、主観的曖昧性を生かし、これらを編曲者の経験や好みによって変化できるルール設定を行う必要がある。

このために、(5-1) と (5-2) の処理法において、(5-a) と (5-b) の 2 個のファジィ量を導入している。

6. 調性とコードの関係

ここで使用している伴奏コードは、長調・短調合わせて24個の音階上に存在し、音階上の4音から構成されるダイアトニック・コードであり、(Major7th, minor7th, 7th, minorMajor7th, minor7th(b5), dim7th) × 12音の全72個のコードである。この72個のコードで、「コード進行の妥当性」を考えた場合、最も単純に2個のコードの連結を考えた場合でも、コード進行の組合せは、 $72 \times 72 = 5,184$ 通りとなり、すべてのパラメータを設定することは非常に困難となる。このために、伴奏コードの自動生成においてコードの連結に関するルールを定義する場合、曲に用いるコードをその曲の調でよく使用される10個程度のコードに限定することにより、パラメータを単純化している。しかしこの方法では、日本古来の童謡のような調性の強い曲であれば問題はないが、現代の転調を伴った複雑な音楽への対応は不十分である。

現代の曲は、その曲全体の調 (Key) の他に、曲中に調性 (Tonality) の変化する部分が存在する場合が多い。楽曲が転調を行うとき、メロディは転調を示唆するある特徴的な音を示し、一時的な小休止を行うことが多い。これらのメロディの区切りを利用して、メロディを複数のグループ毎に分割することができる。それぞれのグループは曲の雰囲気に影響を与える個別の調性を持っていると考えられる。転調を伴う曲では、転調を行う部分において、ある特徴的な伴奏コードを示し、曲調の変化を印象付けるものである。

図3 コードと調性の関係
Fig.3 Connection between chord and key

ここでは、これらのグループをフレーズと呼ぶ。各フレーズはメロディ全体の曲調とはある程度独立した個別の調性を持つと考え、フレーズ毎の調性の判断を行っている。各調性に対する使用スケールには、音楽理論上の基本的な長音階と和声短音階の合計24個を使用している。

次に、それぞれの調性を最も感じさせる調性上の7個のダイアトニック・コードの中でコードの推論を行うことによって、曲の流れを妨げる不自然なコードが突然出現するのを避けると同時に、パラメータの簡略化を図っている。

ここでは、使用する72個のコードを含む全体集合U、24個の調性を含む全体集合V、各フレーズとの対応関係を図3に示す。

7. 曲調の決定

編曲の第1段階は、曲全体の調 (MusicKey) を決定することである。曲調は、長調と短調とを合わせて24調から選ばれる。曲調の判断に当たっては、以下の知識を利用している。

- (7-1) 曲全体において、最も頻繁に使用される調が曲調になる。
- (7-2) 曲の最後は原則として曲調のスケール内の音で終る。
- (7-3) スケール上の根音で終る曲がほとんどである。

すなわち、それぞれの調を構成する7個の音に含まれる割合と、曲の最後の音がスケールの何番目の音に位置するかによって、全メロディ区間に存在する音が、決定される。

これらのルールを考慮して、各音の相対的重要度と最終音に適した音の重要度を決定するメンバーシップ関数を定義する。スケール上の音の相対的重要度は、5度圏に関する音の近親関係とジャズ理論等で用いられる Avoid-Note の知識⁽⁷⁾からメンバーシップ関数の概形が決定される。

スケール上の各音の相対的重要度は、音楽理論からその重要度の順位は決定されるが、それぞれの音の評価値は、編曲者の個性によって変化するところである。この編曲者の主権的曖昧性を取入れるために、編曲者はメンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ の傾きを変化させることができる。メンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ の傾きが大きいほど編曲者はより調性感を重視していると考えられることができる。本研究で使ったメンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ を図4に示す。

各調性の評価値は、これらのメンバーシップ関数で表現される「メロディと調性との適合性」及び「最終音の妥当性」の2個のファジィ量によって定義されている。

全てのメロディ区間に存在する音が、それぞれの調とどの程度一致しているかを示すのが、「メロディと調性との適合性」である。24個の調性を要素とする全体集合Vに対し、それぞれの調に対する適合度を0~1の値で評価すれば、適合度をメンバーシップ値とするV上のファジィ集合Aと考えられる。

図4 メンバーシップ関数 $\mu_M(x)$
(ex.Key of C Major)

Fig.4 Membership function $\mu_M(x)$

ファジィ集合 $\mu_M(x)$ の各調性 y_n ($n:1 \sim 24$) における適合度 $\mu_A(y_n)$ は、メロディを構成する各音の、調性に対する重要度を示すメンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ の評価値 $\mu_M(\text{note})$ と各音長比の積演算を用いて次式で表される。

$$\mu_A(y_n) = \sum \{ \mu_M(\text{note}) \times t_{\text{note}}/T \} \cdots (1)$$

式(1)をファジィ集合 A の y_n におけるグレードとして扱うことができる。なお、 t_{note} は各音の長さ、 T はメロディ音の総時間である。

最終音が、各スケール y_n ($n:1 \sim 24$) の何番目の音と一致するかによって、ファジィ集合 B の y_n におけるグレード $\mu_B(y_n)$ が、調性に対する重要度を示すメンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ を用いて次式のように決定される。

$$\mu_B(y_n) = \mu_M(\text{last-note}) \cdots (2)$$

以上に述べた 2 個のファジィ集合 A 及び B を用いて曲調を決定するが、“自然な編曲”を行うという意味では、当然“適している”と考えられる要素を採用している。従って、後件部に「曲に適した調」というファジィ集合のみが存在すればよい。

この「曲に適した調」を V 上のファジィ集合 C とすると、ファジィ集合 C の y_n におけるグレード $\mu_{C1}(y_n)$ は、ファジィ集合 A 及び B の max-min 演算⁽⁸⁾ のファジィ推論によって得られる。本研究では、 $\mu_A(y_n)$ 及び $\mu_B(y_n)$ の min ($\wedge$) の代わりに、代数積 ($\cdot$) を使用している。

$$\mu_{C1}(y_n) = \mu_A(y_n) \cdot \mu_B(y_n) \cdots (3)$$

(3) 式に示す max-min 演算を、全要素 ($y_1 \sim y_{24}$) に対して行い、このグレード $\mu_{C1}(y_n)$ を最大とする要素 y を曲調とする。

8. フレーズ毎の調性の決定

フレーズ毎の調性の判断は、基本的に曲調の決定で用いたスケール上の相対的重要度 $\mu_M(\text{note})$ と各音長比の積演算で表されるファジィ集合 A の各調性 y_n ($n:1 \sim 24$) における適合度 $\mu_A(y_n)$ と、7. で決定した曲調と各調性と

の近親性を表すメンバーシップ関数 $\mu_t(y_n)$ を用いて推論を行っている。つまり、この「フレーズに適した調」を V 上のファジィ集合 C とすると、ファジィ集合 C の y_n におけるグレード $\mu_{C2}(y_n)$ は、(3) 式と同様に max-min 演算のファジィ推論を用いて次式で表される。

$$\mu_{C2}(y_n) = \mu_A(y_n) \cdot \mu_t(y_n) \cdots (4)$$

従って、このグレード $\mu_{C2}(y_n)$ を最大とする要素 y をそのフレーズの調性とする。

メンバーシップ関数 $\mu_t(y_n)$ は、図 5 に示す近親調の理論⁽⁹⁾ から定義される。曲の調が G Major である場合、図 5 の G Major に一致する要素 y である G Major の値が最も高く ($\mu_t(y_n)=1.0$)、G Major に近い 4 個の近親調 (G minor, C Major, D Major, E minor) が次に高い値を取る ($\mu_t(y_n)=0.8$)。このように、中心となる G Major から図 5 上の線をたどり、中心から離れた位置に存在する調は徐々に関数値が低くなり、G Major から最も遠い位置に存在している調 (B Major, G# minor, Eb minor) ($\mu_t(y_n)=0.2$) まで 24 個の調についてそれぞれの関数が定義されている。

図5 近親調の関係

Fig.5 Relation of a near key

9. 伴奏コードの決定

<9.1> メロディとコードとの適合性

1 メロディ区間を構成するメロディ音が、推論に使用する 72 個のコードを要素とする全体集合 U の各要素との程度一致しているかを示すのが、「メロディとコードとの適合性」である。ここで、各フレーズの調性を失いたくないため、8. で決定したフレーズごとの調性を各メロディ小節に割り当てる。各メロディ区間の伴奏コードは、各メロディ区間上の推論スケール上に存在する 7 個のコード群から選択している。この 7 個のコード群を含む集合を U の部分集合 W_y ($y:1 \sim 24$) とする。 y は長・短調合わせて 24 個の調性に対応している。部分集合 W は、各スケール上のダイアトニック・コード群で構成されるが、これについては、<9.2> で述べる。

「メロディとコードとの適合性」における各コードの適合度を 0 ~ 1 の値で評価すれば、i 番目のメロディ区間に

対する適合性は、適合度をメンバーシップ関数値とする、部分集合 W 上のファジィ集合 M_i と考えられる。適合度には、コードを構成する音が i 番目のメロディ区間のメロディデータを占める割合と、コードの構成音の重要度を示すメンバーシップ関数 $\mu_{\text{chord}}(x)$ の積演算を用いている。すなわち、コード x を構成する音が i 番目のメロディ区間 m_i 中に時間 t_i だけ存在するならば、ファジィ集合 M_i の x におけるグレードを $\mu_{M_i}(x)$ とすると、次式で与えられる。

$$\mu_{M_i}(x) = \sum \{ (t_i / T_i) \times \mu_{\text{chord}}(\text{note}) \cdots \cdots (5)$$

ここで、 T_i はメロディ区間 m_i 内に存在するメロディデータの合計時間である。伴奏コードは、4 個の音で構成され、音楽理論⁽¹⁰⁾に基づいた各構成音の重要度からメンバーシップ関数 $\mu_{\text{chord}}(x)$ の概形を定義している。なお、図 4 に示したメンバーシップ関数 $\mu_M(x)$ と同様に、編曲者は自分の好みに応じて、メンバーシップ関数 $\mu_{\text{chord}}(x)$ の傾きを変化させることができる。本研究で使ったメンバーシップ関数 $\mu_{\text{chord}}(x)$ を図 6 に示す。

図 6 メンバーシップ関数 $\mu_{\text{chord}}(x)$ (ex. Dm7)

Fig.6 Membership function $\mu_{\text{chord}}(x)$

<9.2> ダイアトニックコード

各スケールには、その調性を最も感じさせるコードが存在し、これを「ダイアトニック・コード」と呼ぶ。ダイアトニック・コードは、全てそのスケールを構成する 7 個の音で構成される。ここでは、短音階に、和声的短音階⁽⁹⁾ (Harmonic Minor Scale) を用いている。この音階の第 3 音を根音にして作られるコードは、そのままであると第 5 音が増 5 度になっているが、通常は半音下げて完全 5 度の音を使用する。図 7 に、C Major Scale のダイアトニック・コードの名称と、その構成音を記す⁽¹⁰⁾。

ダイアトニック・コードは、全てスケール上の音で構成されているので、そのスケールの調性を最も強く感じさせるコードである。すなわち、どのダイアトニック・コードを用いても、その調性を損うようなことにはならず、曲が自然に聞こえるはずである。つまり、72 個のコードを要素に持つ全体集合 U から、スケールの概念を用いて、一定小節区間に最も適していると考えられる 7 個のコードを選出したことになる。

C Maj7, D min7, E min7, F Maj7, G7, A min7, B min7(b5)

図 7 曲調とコードの関係

Fig.7 Connection between tonality and chord

<9.3> コード進行の妥当性

一方「コード進行の妥当性」とは、例えばコード Dm7 の次が、コード G7 となることは十分考えられるが、コード Am7 にはなり難い、といったコードの自然な流れのことである。(i-1) 番目までのコードの列 $x_1 x_2 \cdots x_{i-1}$ が与えられたとき、 i 番目のコードが x である妥当性の度合いを $0 \sim 1$ で表せば、この度合いをメンバーシップ関数に持つ W 上のファジィ集合 P_i が得られる。一般に、ファジィ集合 P_i は $x_1 x_2 \cdots x_{i-1}$ の関数と考えられ、そのような多項関係を用いると、パラメータは指数的に増大し、チューニングが困難になると予想される。そのため、簡単のため、「コード進行の妥当性」を連続する 2 個のコード間のファジィ関係と定義する。すなわち、「コード進行の妥当性」を、「メロディとコードとの適合性」とは独立に、1 個前のコードのみで決める。

コードが連結されると、そこには必ずから前後の良し悪しが出てしまう。これは、聴き手である人間のそれまでの経験にかなり左右されるものであり、かつ編曲者の戦略を大いに反映できて、腕の見せどころであるが、基本的にはスムーズに流れる方がよいと考えられる。このため、古くから用いられている音楽のセオリーであるコードのつながりの知識をメンバーシップ関数の設定に取入れる。

このコードのつながりの前後関係をモーションというが、本研究では、その代表である「機能コード」のモーションと「5 度圏」に従うモーションの 2 個を取入れている⁽¹⁰⁾。

以上に述べた理論をもとにメンバーシップ値に反映させた知識を影響に強いものから順番に整理すると、次項のようになる。

- (9-1) ダイアトニック・コードを優先して選ぶ。
- (9-2) 機能コードを優先して選ぶ。
- (9-3) ドミナント・コードの後にはトニック・コードがくる。
- (9-4) サブドミナント・コードの後にはドミナント・コードがくる。
- (9-5) 5 度下のコードに進行し易い。

通常の編曲は、ダイアトニック・コードのみで作成されたコード進行が持つ比較的素直な響きの連続からくる単調さを避けるために、ダイアトニック・コードと似た構成音を持ち、響きが似ている裏コードや代理コード⁽¹⁰⁾などを頻繁に使用するため、集合 W_v はファジィ集合になる。しかしながら、推論が複雑になるため、 W_v にはクリスプ集

図 10 上段は、推論コードである。これらには、オリジナル・コードと異なった部分があるから、図 10 下段にオリジナル・コードを示す。なお、空欄は 1 個前のコードと同じコードを示している。オリジナルのコードと比較した

しかしながら、図 10 の推論結果の「転調を伴う曲における伴奏コードの生成」では、結果の評価が示す（59.4%）ほど自然な伴奏コード進行ではなく、17～24 小節のサビの部分等に不自然に聞こえる部分が存在する。この原因としては、フレーズの区切りに当たる小節間における転調時

に、調性の異なる2個のスケール群から選出されるコードのつながりに関する扱いが不十分であることが挙げられる。特に、ここで実験に用いた「Confirmation」は、メロディは8分音符を中心に構成されており、非常に複雑なメロディ・ラインを持つ曲であって、曲中に何度も転調を行う曲である。このような曲では、転調が行われる前に、転調を行うことを示唆するコード進行が形成されていることが多く、メロディ音とはある程度独立した響きのコード進行になることも多く見られる。

この問題を解決するために、メロディを音の集合として扱うのではなく、フレーズの解釈に基づいた表現ルールを作成し、メロディ音自体とは独立したコード生成を行う必要がある。ここでは、簡単な推論モデルの構築のため、音楽認知については、メロディの相対的重要度を決定するためごく簡単な理論を用いている。従って、F.Lardahl & R.Jackendoff の time-span reduction⁽⁴⁾ や、E.Narmour の gap fills⁽⁵⁾ などの理論を用いて、メロディの構成から曲の盛り上がりなどの感性的な曲構造の解釈を行い、コード進行の作成に利用するモデルの生成が今後の課題である。

更に、これらの曲構造の解釈に関するモデルを導入することにより、実験曲「花」の11小節目に見られるC Maj → A7の、一時的転調による響きの変化を自動的に付けることが可能になると考えられる。

次に、本システムにおけるコードの推論順序がある。本システムでのコードの推論は、スケール部分に関しても全て1個前のコード、あるいはスケールから判断しているものである。しかしながら、実際にコード進行を考える場合、このように曲の初めから順番にコードを決定して行くことはあり得ない。本来コードとは、解決した(安定した)響きを持つコードの前に進行感を持つ(不安定な)コードを挿入することによって曲に流れを持たせている。この意味から、むしろ曲の最後から順に推論を行う方が適しているとも考えられる。更に、作出したコードをもう一度、その前後関係から吟味し、より適したコードを作出するといった作業も必要であり、遺伝的アルゴリズム(GA)の手法を用い、伴奏コードを隣接する2項間の関係としてだけでなく、多項関係として扱い評価を行うことも有効であると考えられる。

12. むすび

本論文では、音楽の作曲を試みるものにとって重要な編曲を自動化して、作曲を支援するシステムを構築する一手法を提案している。

ここでは、従来の編曲システムには見られないスケールを重視した推論を行う方法を提案している。編曲には、非常に多くの音楽理論の知識に加えて、編曲者の感性が大きく影響するため、メロディのみからコードを判断するのは困難である。しかしながら、逆にコード進行は、必ずしもオリジナルが正しいというものではなく、その判断基準は曖昧なものである。また、1個のコード単独の響きは同じ

印象を受けるものが多く存在し、曲のイメージはコードの接続によって生まれる進行感や調性で決まるものである。

従って、曲のイメージと最も密接に関わっている「調性」を判断しコードを決定する本システムの推論法は、非常に有効なものである。

本研究では、使用した音楽ルールはごく基本的な部分にとどまっており、このため使用したファジィ推論も単純なものとなっているが、今後メロディの解釈やより強い個性の導入等を検討しており、これらの複雑な知識を扱うことにより多くのファジィルールを用いたファジィ推論が必要になるが、本研究で用いているファジィ推論のシステムを拡張することにより、従来のAI的手法では困難であったより複雑な知識と主観的曖昧性を持つシステムが比較的容易に実現できると考えられる。本研究では、これらの複雑な知識を導入したシステムの基礎となるファジィ推論システムの有効性が示され、音楽情報の持つ感覚的な部分を解釈できるシステムへ応用できると考えられる。

現在、本研究の発展として、メロディの解釈を応用した自動作曲システム⁽¹³⁾や、様々な曲の雰囲気や学習し、曲調推論部およびコード推論部のメンバーシップ関数を自動的に作成するシステムの研究を行っている。

謝辞

本研究に対しまして、種々、貴重なご教示を頂きました査読委員に感謝いたします。

(平成8年2月26日受付、平成8年7月23日再受付)

文 献

- (1) 三上達也・井上和夫：“編曲システム MUSAS のコード選択における問題とその解決に利用される知識”，電子情報通信学会論文誌，Vol.J72-D-II，No.6 (1989-6)
- (2) G.Widmer：“Modeling the Rational Basis of Musical Expression”，Computer Music Journal (1994)
- (3) 波多野誼余夫編：“音楽と認知”，認知科学選12，東京大学出版会(1987)
- (4) F.Lardahl and R.Jackendoff：“Generative Theory of Tonal Music”，Cambridge,Massachusetts MIT Press. (1983)
- (5) E.Narmour：“Beyond Schenkerism”，Chicago, Illinois University, Chicago Press. (1977)
- (6) 徳丸正孝・村中徳明・今西茂：“曲調を考慮した伴奏コード自動生成システム”，電気関係学会関西支部連合大会講演集，G20-4 (1995)

- (7) 徳丸正孝・村中徳明・今西茂：“ファジィ推論による曲調を考慮した伴奏コード自動生成システム”，電子情報通信学会フールトトレラントシステム技術研究報告，MVL96-11(1996-1)
- (8) 日本ファジィ学会編：“講座ファジィ 2「ファジィ集合」”，日刊工業新聞社(1992)
- (9) 菊池有恒：“楽典”，音楽之友社(1985)
- (10) 藤井貞泰：“実用ジャズ講座－理論編－”，リットーミュージック(1991)
- (11) 市川都志春：“中学生の音楽 3”，教育芸術社(1985)
- (12) Joe Goldfeder Music Enterprises：“Charlie Parker Omnibook”，ATLANTIC MUSIC CORP. (1988)
- (13) 文室晋一・徳丸正孝・竹岡美鈴・村中徳明・今西茂：“自動作曲システムについての一考察”，電気関係学会関西支部連合大会講演集(1996-11)

今西 茂

(非会員) 1934年4月22日生まれ。
1958年3月大阪市立大学理工学部電子工学科卒業。1960年3月同大学院修士課程了。同年関西大学工学部助手。専任講師および助教授を経て，現在同大教授。工学博士。主として，論理回路，符号化回路，マルチマイクロプロセッサシステムなどの研究に従事。著書「電子計算機基礎論」，「マイコンインターフェイスのための電子回路」，訳書「デジタル回路入門」：(以上分担)。電子情報通信学会，情報処理学会，システム制御情報学会，IEEE各会員。

徳丸 正孝 (非会員) 1972年9月22日生まれ。

1995年3月関西大学工学部電子工学科卒業。1997年3月同大学院博士課程前期課程電子工学専攻修了。同年関西大学工学部助手に就任。主として，ファジィ理論回路，音楽情報処理の研究に従事。電子情報通信学会，音楽知覚認知学会各会員。

文室 晋一 (非会員) 1973年8月25日生まれ。

1996年3月関西大学工学部電子工学科卒業。同年同大学院博士課程前期課程電子工学専攻に進学。現在在学中。主として，ファジィ理論回路，音楽情報処理の研究に従事。電子情報通信学会学生員

村中 徳明 (正員) 1949年12月17日生まれ。

1972年3月関西大学工学部電子工学科卒業。1974年3月同大学院修士課程了。同年関西大学工学部助手。専任講師を経て，現在同大助教授。工学博士。主として，3値論理回路，ファジィ論理回路に関する研究に従事。電子情報通信学会，情報処理学会，システム制御情報学会，日本ファジィ学会，IEEE各会員。