

## 訪問者に応じたチャイム音生成支援システム

岡田 典子

### 1 はじめに

近年、個人を識別して音や光でカテゴリ分類を行う製品が増えてきている。例えば、携帯電話では相手に応じて着信音やイルミネーションを変えることができる。そのため、我々は画面を確認する前に相手が誰であるかを認識することができ、相手に応じて適切な対応をすることが可能となる。携帯電話と同様に、音で報知を行い、かつ、対応前に相手を知ることができれば有用であると考えられるものにインターホンが挙げられる。しかし、現在のインターホンでは、訪問者が誰であるかに関わらず、ある決まったチャイム音しか鳴らすことができない。また、複数のメロディからチャイム音を設定できる場合でも、チャイム音の種類が限られているため、ユーザの好みに合うチャイム音がない場合があるという問題点もある。

そこで、本研究では、最適化手法の一つである対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm:IGA)<sup>1)</sup> を用いて、個人の嗜好に合い、かつ、訪問者を直感的にイメージしやすい、メッセージ性のあるチャイム音を自動的に生成する、チャイム音生成支援システムを提案する。本システムでは、ユーザが IGA を用いて生成したチャイム音をベースとし、訪問者のカテゴリに応じたチャイム音の自動生成を行う。

### 2 チャイム音生成支援システム

提案するチャイム音生成支援システムでは、訪問者の既知の有無、および性別をインターホンのカメラを用いて識別し、あらかじめ定められたカテゴリに従い分類を行う。さらに、ユーザが作成したベースとなるチャイム音を元に、そのカテゴリに応じたチャイム音をシステムが自動生成することを目的とする。ユーザがチャイム音を作成するための手法として、IGA を用いる。

#### 2.1 対話型遺伝的アルゴリズム

対話型遺伝的アルゴリズムとは、生物の進化をモデルとした最適化手法である遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA)<sup>2)</sup> における遺伝的操作をベースとし、人間の感性に基づいて評価することにより解探索を行う手法であり、人間の好みや印象などの数式化できない問題に適している。チャイム音生成支援システムでは、ユーザのチャイム音に対する好みを読み取るために IGA を用いる。

#### 2.2 カテゴリ分類

本システムにおいて、メロディの自動生成を行う訪問者の分類は、訪問者を何種のカテゴリに分類するのが適切か、また、訪問者を区別する際にはどのような要素を重視するかについて調査を行った結果、家族、家族以外の知人、他人の男性、および他人の女性の 4 カテゴリとした。訪問者の識別は、インターホンに設置された Web カメラ

による顔認証を用いて行う。家族以外の知人とは、あらかじめ顔データが登録されている家族以外の人物であり、他人は、顔データが登録されていない人物とする。なお、登録する人物はユーザが任意に決定するものとする。

#### 2.3 音の表現方法

本システムでは、1 つのメロディを 1 個体として表現する。メロディを構成する音符は 4 分音符、4 分休符、8 分音符、および 8 分休符とし、8 分音符を基準として音符の長さを構成する。メロディの長さは 4 分の 3 拍子で 2 小節、テンポは 125BPM、音色は GM 規格における No.12 の Vibraphone とした。個体の各遺伝子には、4 分音符を示す値と音の高さを表す音高、および音の強さを表すベロシティの情報が格納されている。音高は、Standard MIDI File(SMF)<sup>3)</sup> により定義されているノートナンバーの数値を用いた。Fig. 1 に、音高、ノートナンバー、およびアメリカ・イギリス式音名の対応を示す。



ノートナンバー 60 62 64 65 67 69 71 72 74 76 77 79  
音名 C4 D4 E4 F4 G4 A5 B5 C5 D5 E5 F5 G5

Fig.1 音高とノートナンバー、および音名の対応 (出典:自作)

本システムで使用する音高の範囲は、明るい響きを持つメロディが生成されやすい C メジャースケールから選択し、範囲は 60 から 79 とした。休符については、音符に使用されないノートナンバー 128 と定義し、4 分音符を示す値には 129 を用いた。ベロシティに関しては、値が小さすぎると音が聞こえず、また、最初から最後まで値が一定であるとメロディが平坦となり、聞き心地が良くないと考えられるため、本システムでは 50 から 127 の範囲を使用した。

本システムにおける染色体の構造を Fig. 2 に示す。



Fig.2 染色体の構造 (出典:自作)

#### 2.4 システムの流れ

チャイム音生成支援システムの流れを以下に示す。

##### 1. 初期個体の生成

本システムでは、ユーザに対して一度に画面に提示できる個体数が限られている。また、過去に行つたアンケートから、最終的に生成される個体は初期個体に依存する傾向があることがわかった。これよ

り、よりユーザが満足できるメロディを作成するためには、ユーザの嗜好に合った初期個体を用いる必要があると考えた。そこで、本システムでは、以下のように初期個体群を決定する。

ユーザは、システムがランダムに生成した 12 個体に対して 5 段階で評価を行う。システムは、ユーザが高評価を付けたものが選択されやすいように、確率的に選出された 4 個体に、新たにランダムに生成した 2 個体を加えた計 6 個体を初期個体群とする。この時、ランダムに生成される個体とは、音高、ベロシティの値を定義範囲内でランダムに決定したものである。ただし、メロディの聞き心地を良くするため、個体中で隣り合う 2 つの音高の差は上下 6 段階の範囲内とする。また、個体の最初と最後の音高は休符の 128 以外からランダムに生成し、個体中で 2 つ以上連続して休符は生成されないようにする。

## 2. 提示

ユーザに対して、インターフェースを通して個体を提示する。個体は、メロディに対応した 2 小節分の楽譜として提示し、各世代で提示される個体数は 6 個体とする。

## 3. 評価

ユーザは提示されたメロディを再生して聞き、主観に基づいて 5 段階の評価を行う。また、次世代に残したい個体のエリートボタンにチェックを入れる。

## 4. 選択

ユーザによる評価を元に、ルーレット選択、およびエリート保存戦略を行う。

## 5. 交叉

本システムが対象とするメロディでは、いくつかの音符が並んだフレーズが重要となるため、フレーズを壊さないような交叉を行う必要がある。そこで、本システムではフレーズの大きさを 1 小節として、フレーズ単位で一点交叉を行う。

## 6. 突然変異

音高、およびベロシティに対して突然変異を行う。音高は、現在の音符が休符の場合、休符以外のノートナンバー 60 から 79 の範囲でランダムに変化させる。休符でない場合は、ランダムに変化させると音の変化が大きくなり聞き心地が悪くなると考えられるため、元の音高の上下 3 段階の範囲内、もしくは休符にランダムに変化させる。また、ベロシティは定義範囲内でランダムに変化させる。

## 7. 終了判定

ユーザが満足するチャイム音が作成できた時点で終了する。ただし、終了世代の下限は 3 世代目とし、上限は 10 世代目とする。

## 8. ルール付けに基づく訪問者別チャイム音の生成

ユーザが作成したメロディをベースとし、ルール付けに基づいて、訪問者のカテゴリ分類に応じた 4 種のメロディを生成する。訪問者の各カテゴリに対するルールは、被験者に各カテゴリの訪問者を対象として作成してもらったメロディから抽出した特徴

をもとに、以下のように決定した。なお、ベースメロディに対するルール付けの例を Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, および Fig. 6 に示す。

### • 家族

ベースメロディの最初の音が A5 より低い場合は、音高を 2 音高くする。また、メロディの最終 3 音の音高を C メジャースケールの主和音 (ド・ミ・ソ)、もしくは G メジャースケール (ソ・シ・レ) の主和音の音を用いて徐々に高くなる。

### ベースメロディ

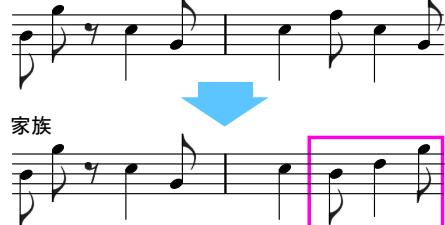


Fig.3 ルール付けの例 (家族)(出典：自作)

### • 家族以外の知人

ベースメロディの 1 小節目を、E5 の 4 分音符、C5 の 4 分音符、および 4 分休符の 3 音とする。これは、一般的な「ピンポーン」というチャイム音を模倣したものである。また、メロディの最終 3 音の音高を C メジャースケール、もしくは G メジャースケールの主和音の音を用いる。メロディの最後の音と最後から 3 音目の音高と同じとし、最後から 2 音目の音はそれより高くなる。

### ベースメロディ

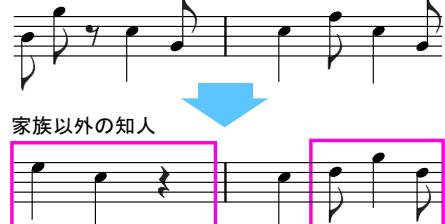


Fig.4 ルール付けの例 (家族以外の知人)(出典：自作)

### • 他人の男性

ベースメロディの 2 小節目の音符を全て 8 分音符にする。音高が C5 以上の場合は音高を 1 オクターブ低くし、それ以外の音は音高を定義範囲内で 2 音低くする。

### ベースメロディ

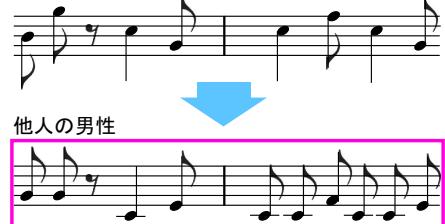


Fig.5 ルール付けの例 (他人の男性)(出典：自作)

### • 他人の女性

ベースメロディの 2 小節目の音符を全て 8 分音符にし、全ての音の音高を定義範囲内で 2 音高くなる。

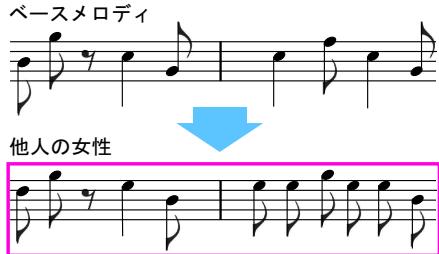


Fig.6 ルール付けの例 (他人の女性)(出典：自作)

### 3 ルール付けに関する検証実験

#### 3.1 実験概要

システムで用いるルール付けの有効性の検証を行うため、実験を行った。ベースメロディに対して、ルール付けに基づいて訪問者のカテゴリ別に4種のメロディを生成し、被験者に聴いてもらい、以下に示す内容でアンケートを実施した。用意したベースメロディは3種であり、被験者は20代の男女8名である。なお、被験者はどのメロディが、どの訪問者のカテゴリを対象としたメロディであるかわからないものとする。

##### [アンケート項目]

- (1) 各メロディは、家族、家族以外の知人、他人の男性、および他人の女性のうち、どの訪問者を対象としたものと思うか。
- (2) 各メロディはどのくらい好きか。

#### 3.2 実験結果と考察

アンケート項目(1)の結果をFig. 7に、アンケート項目(2)の結果をFig. 8に示す。なお、グラフ中に示した人数はのべ人数である。

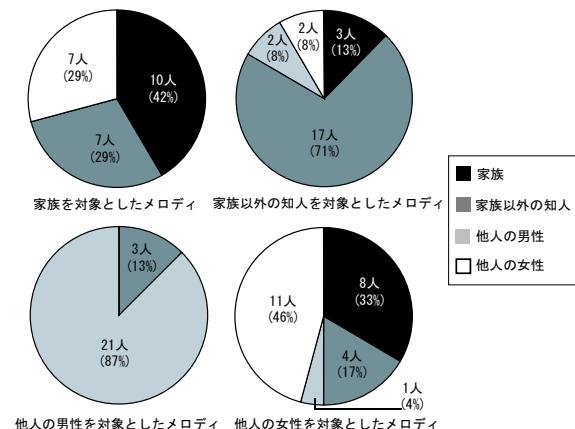


Fig.7 アンケート項目(1)の結果

Fig. 7の結果において、対象を家族以外の知人、および他人の男性とした場合には、メロディに訪問者を区別するためのメッセージ性があり、行ったルール付けが有効であると言える。これより、家族以外の知人を対象としたメロディに関しては、1小節目のメロディをベースメロディとは無関係に生成していること、他人の男性を対象としたメロディに関しては、他の訪問者を対象としたメロディと比べ全体的に音が低いことなど、ルール付けにより他のカテゴリ分類を対象としたメロディとの明確な差が発生したことがわかる。また、これらのメロディの特徴と、ユーザが家族以外の知人、もしくは他人の男性に対して持つイメージが一致したことが、区別が容易に

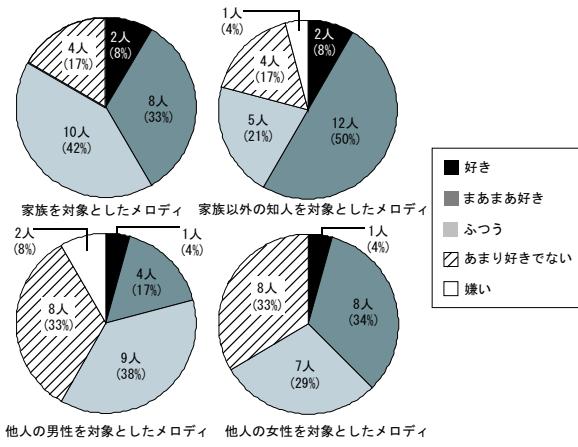


Fig.8 アンケート項目(2)の結果

行えた要因として考えられる。一方で、対象を家族、および他人の女性としたメロディに対しては、区別が容易でないことがわかる。これは、家族、および他人の女性を対象としたメロディでは、全体的に音高が高く、類似したメロディがルール付けにより生成されたこと、また、家族や他人の女性に対するイメージがユーザによって異なることが要因であると考えられる。

また、Fig. 8の結果において、家族、家族以外の知人、および他人の女性を対象としたメロディでは、好き、またはまあまあ好きと回答した被験者が多かったが、他人の女性に関しては、あまり好きでないと回答した被験者も多くいた。このことから、知人を対象としたメロディでは、好まれやすいメロディがルール付けにより生成されたことが分かる。一方で、他人の男性を対象としたメロディは、他人の女性を対象としたものと同様に、あまり好きでないと回答した被験者が多かった。これは、他人を対象としたメロディでは、ルール付けによってユーザに警戒心を与えるようなものとなったことで、一部の被験者にとっては不快に感じるものとなり、嗜好に合わなかつたからではないかと考えられる。他人を対象としたメロディに関しては、ユーザの嗜好に沿い、かつ、他人であることを周知するために適度な緊張感をユーザに与えるものがふさわしいと考えられるため、ルール付けの更なる検討が必要である。

#### 4 まとめと今後の課題

本研究では、訪問者に応じたチャイム音の自動生成を行う、チャイム音生成支援システムを提案した。今後の課題としては、訪問者の各カテゴリに応じたメロディのルール付けの更なる検討である。現段階のルール付けでは、メロディに訪問者を区別するためのメッセージ性を、全ての分類カテゴリにおいて確実に付加できていないため、ルール付けの再検討を行う。また、ベースメロディを生かし、各分類カテゴリにおいて生成されたメロディが、より多くのユーザの嗜好に合うようなルール付けを行ふことも必要である。

#### 参考文献

- 1) 高木英行、畠見達夫、寺野隆雄. インタラクティブ進化計算、遺伝的アルゴリズム 4, pp.325-361, 産業図書, 2000
- 2) 坂和正敏、田中雅博. 遺伝的アルゴリズム、ソフトコンピューティングシリーズ 1, pp.3-11, 朝倉書店, 1995
- 3) MIDI Manufacture's Association <http://www.midi.org/>