

# 歌詞の韻律を用いた自動作曲\*

中妻啓 (東大・工), 酒向慎司, 小野順貴, 嵯峨山茂樹 (東大・情報理工)

## 1 はじめに

本稿では、与えられた歌詞に基づく歌唱曲自動作曲の問題を扱う。文学作品や自作の詩、ニュースなどあらゆるテキストを歌詞として入力する本システムは、その言葉の持つリズムにあった曲を付けることができ、音楽、文学の楽しみ方を大きく広げることができる。また、歌唱曲は誰もが楽しめる音楽の一つであり、音楽の専門知識を持たない人のための作曲補助ツールとして有効である。

歌唱曲は器楽曲と違い、歌詞との関連性が求められる。特に高低アクセントを持つ日本語では、発話音声に音程が付くため歌詞を朗読する際の韻律と旋律が一致することが重要とされる [1]。歌詞を入力とする歌唱曲自動作曲手法としては、歌詞の統語論的特徴を和声機能に置き換えて歌詞の特徴を反映するものがあるが [2]、歌唱曲で最も重要とされる歌詞の韻律と旋律の関係を考慮したものは提案されていない。

そこで、本稿では旋律を音程間を遷移する経路と捉え、動的計画法により最適経路となる旋律を探索することで、任意の日本語歌詞に、音楽理論的に問題の起こらない制約の下で、その韻律に一致した旋律を付ける自動作曲手法を提案する。

## 2 歌詞に基づく歌唱曲作曲の原理

### 2.1 歌唱曲作曲のモデル

音楽には和声、リズム、旋律の3要素がある。曲想を、これらの各要素を決定して、曲としての表現の統一感を持たせるパラメータと定義すると、歌唱曲では、曲想は歌詞の意味の抽出により得られる。

実際の作曲では、曲想を基に旋律とリズムがまず考えられ、そこに和声を付与することが多い。しかし、[1]で指摘されるように旋律への自然な和声付けはほぼ一意的に決定されるものであり、特に和声を強調する旋律を作曲する際は、こうした和声付けを想定した上での旋律の作曲も示唆されている。また、機能的和声により和音進行は限定されるため、作曲家が、無意識に想定した和声から、和声付の逆問題として旋律を設計することは当然ありえる。

また、歌唱曲においては歌詞により音符数が決まるため、和声、旋律と独立にリズムを設計しても曲想から逸脱することがない。

これらの仮定から、曲想を基に和声、リズムを独立に設計し、そこから旋律および伴奏を設計するという順序で歌唱曲作曲のプロセスを考えると、Fig. 1のようなモデルで表すことができる。

音楽が聴き手に与える曲想は、曲の3要素と伴奏がある決まったパターンを示すことにより生じる。これらのパターンは、曲想、ジャンル、音楽理論による制限などによりある偏りをもって生じるもので、その出現は確率で表すことができる。作曲家は既存の曲からこうした確率を獲得し、自身の作曲に活用していると思われ、各要素は音楽的な規則の下で確率的に生成されるものと考えられることができる。

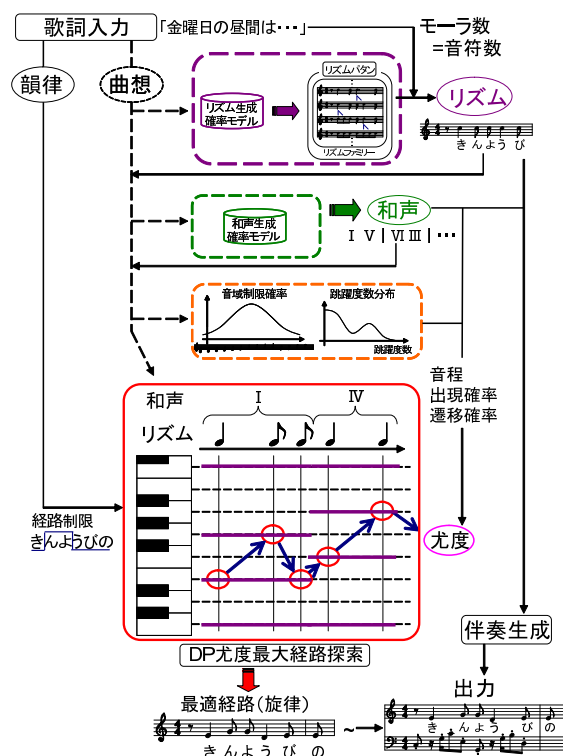


Fig. 1 歌唱曲作曲のモデル

以下、各要素が生成され、それらを基に旋律と伴奏が生成される原理を述べる。

### 2.2 和声の設計

和声は、機能的和声により進行が限定される。また、各和音や進行の特徴は、曲想を表現する。つまり、和声は、機能的和声、曲想に基づいて確率的に生成される。

和声は旋律に、どの音が出やすいかという音程の出現確率、こういった遷移が起こりやすいかという音程の遷移確率を与える。また、伴奏設計において、伴奏の構成音を与える。

### 2.3 リズムの設計

リズムは曲想を強く表す要素である一方、自由度も高い。例えば、歌の1番と2番の同じ場所で、音符数が違うためにリズムが異なっても同じ曲想を感じることがある。この2つのリズムは音符数によらずに曲想に与える同一の特徴を持っていると考えられる。本稿では、この音符数に依存しない特徴を「リズムパターン」、同じリズムパターンを持つリズムの集合を「リズムファミリー」と呼ぶ。そして、一定のリズムパタンの下で、あるリズムが異なる音符数に展開できる構造を「リズム木構造」と定義し、これに基づき音価の分割、統合が行われ、リズムファミリーが構成されるものと仮定する。

以上の仮説により、歌唱曲作曲におけるリズム設計は、曲想を基に確率的に生成されたリズムパタンからリズムファミリーが作られ、歌詞により決まる音符数に合わせて、リズムファミリーから使用するリズムが決定されるというモデルとなる。決定されたリズ

\* Automatic Song Composition with Prosody of the Lyrics. by NAKATSUMA, Kei (Faculty of Engineering, The University of Tokyo), SAKO, Shinji, ONO, Nobutaka, and SAGAYAMA, Shigeki (Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo)

ムは、伴奏設計において、曲想と共に音型を与える。

## 2.4 音域、跳躍の扱い

作曲では、旋律の音域や跳躍の度合も曲想を表現する要素として考慮される。これらは曲想を表現するため、曲想に基づき、音域は音程の出現確率、跳躍は遷移確率として旋律に影響を与える。ただし、歌唱曲では、歌手の声域や技量などによりこれらは制限を受けるため、この点の考慮も必要である。

## 2.5 動的計画法を用いた旋律設計

旋律は Fig. 1 に示されるように、音程間の遷移の経路と捉えることができる。すでに述べた音程の出現確率、遷移確率により、各音程、経路に対して尤度が計算できる。よって、歌唱曲の旋律設計は、考えられる全ての旋律の経路のうち、歌詞の韻律の上下動を満たし、音楽理論的な逸脱をおこさない制限の下で、尤度最大の経路を探索する問題となる。これは、各経路に確率重みと、韻律によるペナルティを付けた動的計画法 (DP) の尤度最大経路探索問題へ帰着する。

## 3 実験

### 3.1 実験条件

前節の原理と下記の条件のもとで自動作曲システムを構成した。

- 4/4 拍子、8 小節の曲
- 音価の最小単位は 8 分音符
- 1 モーラに 1 つの音符
- 最後の音は和声の根音
- 和音は 1 小節に 2 つ

入力テキストの韻律解析には [3] によるテキスト音声合成システム “GalateaTalk” を、歌声と伴奏の演奏出力には [4] による歌声合成ツールと MIDI 出力を利用した。

和音進行、リズム、および伴奏の自動生成は行わず、曲想に対応するいくつかのパターンのライブラリを用意し、そこからユーザが歌詞に応じて選択できるものとした。また、これによって曲想の入力とした。

韻律の上下動は、アクセント核では必ず下降音型、1 型以外ではアクセント句の先頭を上行音型とした。それ以外の部分では、1 型以外では下降を禁じる平行音型、1 型のアクセント核以降は上行を禁じる平行音型とした。また、DP を行う際、旋律の経路に確率重みを与える各種の確率は、妥当と思われる値を与えた。跳躍度数については跳躍推奨、順次進行推奨の 2 種類の確率を与えた。

さらに、和声学の禁則として、和音進行と同時に与えられるバスと、和音の境界の前後の旋律の間で、平行 1 度、5 度、8 度、並進 1 度、5 度、8 度を禁止した。また、和声学上の解釈ができない非和音を禁止した。

以上の条件の下、A3 から E5 の声域内で DP により尤度最大となる最適経路を探索し、楽譜と、歌声と伴奏の演奏の自動生成を行った。

### 3.2 結果と考察

小説やニュースなどから抽出した 6 種類の異なる歌詞入力に対して、跳躍の条件を変えて 2 例ずつ、計 12 例の出力を得た。出力例を、Fig. 2 に示す。これらの結果について、韻律に従った旋律が生成されることが確認できた。また、禁則、非和声音については実験条件で設定したのものに関しての違反はなかった。

Fig. 2 システムの出力結果 (歌詞は [5] より引用) 歌詞中に韻律の上下動を示した。伴奏に示されているバスと旋律間で、禁則の処理を行った。

この 12 例について、1 名の作曲家による評価を実施した。下記の 2 項目について A から E の 5 段階による評価を依頼した。

- 1) 条件で設定していないものも含めて、禁則、非和声音の扱いなど音楽理論上の逸脱はないか
- 2) 1) の評価を含まず、曲が音楽的かどうか

評価の結果を以下に示す。

- 1) A: 6 例、B: 4 例、C: 1 例、D: 1 例、E: 0 例
- 2) A: 5 例、B: 4 例、C: 2 例、D: 1 例、E: 0 例

評価の低かったサンプルの理由として、1) は、間接連続 5 度、導音が主音に進行しない、など、2) は、旋律に大きな跳躍が多い、不自然な動きがある、などであった。

## 4 むすび

本稿では、歌詞の韻律を旋律に反映した歌唱曲の自動作曲を、各要素の確率の尤度最大経路となる旋律の探索問題と捉え、動的計画法を用いた解法を提案し、実験によりその有用性を検証した。本手法を用いることで、与えられた歌詞の韻律に従い、条件として設定した範囲での音楽理論的禁則のない歌唱曲作曲ができた。

しかし、評価で示されたような音楽理論的な逸脱はまだあり、まず、これを解決する必要がある。その上で、音楽的に不自然な点の改善も課題となる。禁則に関してはルールを拡張することで解決できるが、音楽的な点はルールの設定では解決できない。解決法の一つとして、今回、妥当と思われる値を与えた様々な確率を、曲想に基づき分類した既存の曲からの学習により推定することで、より人間らしい作曲が行えるようになるであろう。

今回、歌詞からの曲想の抽出、和声、リズムの自動生成は行わなかったが、これらを自動生成する手法の検討が課題である。また、曲想だけでなく作曲化やジャンルごとに学習を行い、バッハ作品の学習によりバッハ風の曲を作曲させて楽しむ、といった展開も期待できる。

謝辞 本手法に対しての評価と有益な助言を頂いた、桐朋学園大学音楽学部作曲科金子仁美講師に感謝する。本研究の一部は、科学技術振興機構 CREST の補助を受けて行われた。

## 参考文献

- [1] 長谷川良夫, 作曲法教程, 音楽之友社, 1950.
- [2] 早川, 稲垣, 田中, “歌詞からラララ -言葉から歌への自動変換-,” 人工知能学会ことば工学研究会第 3 回資料, 1999.
- [3] Galatea Project, <http://hil.t.u-tokyo.ac.jp/~galatea/>.
- [4] 酒向, 宮島, 徳田, 北村, “隠れマルコフモデルに基づいた歌声合成システム,” 情報処理学会論文誌, vol. 45, no. 3, pp. 719-727, 2004.
- [5] ウェザーニュース, <http://weathernews.jp/>