

日本語歌詞からの自動作曲における DP 経路制約による旋律制御

深山 覚, 齋藤 大輔, 嵯峨山 茂樹

東京大学 大学院情報理工学系研究科 システム情報学専攻

{fukayama, dsaito, sagayama}@hil.t.u-tokyo.ac.jp

1 はじめに

旋律の自動作曲技術は、旋律の作曲技能を計算機処理に部分的あるいは全体的に代替させるものである。作曲技能を持たない人の楽曲制作支援に有用である。ここでは自動化の効用のみでなく、楽曲制作する人の創作意図を自動作曲結果に反映できることが重要である。例えば、生成結果は概ね良いもののある箇所のみが気に入らない、といった場合に、部分的に旋律の特徴を指定し、その他の部分を整合がとれるよう自動作曲する、ということができると制作者にとって利便性が高い。

従来の多くの自動作曲においては旋律の音高がすべて自動生成され、部分的に旋律の傾向を指定する機能(以下、「旋律制御」と呼ぶ)は限定的であった。このような問題意識のもと、旋律と和声進行の部分指定のもとで、指定されていない部分をベイジアンネットワークにより推論する手法が提案されている [1]。

本稿では、旋律の音高、音域、上下動、滑らかさ、といった、既存手法よりも多様な旋律制御を可能とする自動作曲手法を提案する。具体的には、日本語歌詞と作曲条件の選択の下で、伴奏つき歌唱曲を自動作曲する問題に即して議論する。

2 DP 経路制約による旋律制御

2.1 日本語歌詞からの自動作曲での DP 経路

日本語歌詞の古典的な歌唱曲の旋律では、次のような制約条件が満たされていることが作曲法 [2] と音楽理論 [3] で議論されている [4, 5]。旋律の音高が日本語の韻律の音の上下動に従う、与えられた和声進行と不協和が生じない、与えられた伴奏の低音との同時進行の禁則(平行8度など)を回避する、歌唱音域を守る、広すぎる跳躍を回避する、増音程を回避する、などである。

したがって、そのような旋律中の音の現れ方には偏りが生じている。この偏りを実際の楽曲データから確率として取得し、その確率のもとで確率最大となるような旋律を生成することで、それら制約条件をよく満たす旋律の自動作曲ができると考えられる。しかし、日本語歌詞による歌唱曲で、作曲法を厳格に満たした和声や調などのアノテーションのついたデータベースを入手することは困難であるので、現実的な解決策として確率値を音楽理論を参考にしながら人手で設計し、自動作曲に用いることができる [4]。

作曲は制約条件のもとで、確率最大の音高列を求める問題に帰着される。これは、縦軸が音高、横軸が時間である 2 次元平面上の経路に確率が付与されているとき、その平面上で確率を

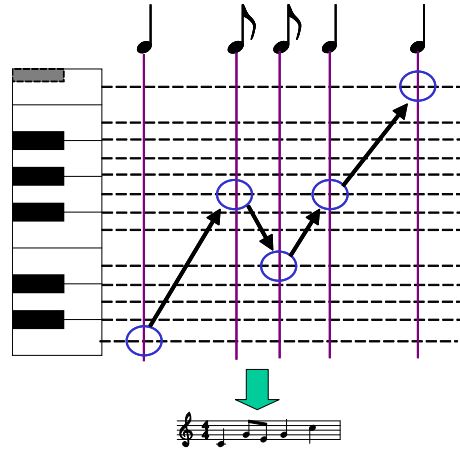


Fig. 1 旋律の音高系列縦軸が音高、横軸が時間の 2 次元平面上の経路として表すことができる。作曲は経路に課された制約条件の下での経路探索問題として定式化できる。

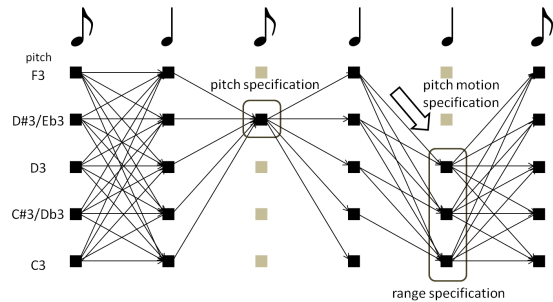


Fig. 2 動的計画法による探索での経路(DP(dynamic-programming)経路)の制約による、音高指定(pitch specification)、上下動指定(pitch motion specification)と音域指定(range specification)。

最大化するような経路を探索する問題として捉えることができる (Fig. 1)。全解探索を行うと、すべての時刻のすべての音高の組み合わせについて確率を計算することになり、旋律の音高系列長に応じて指数的に計算量が増えて解探索計算が現実的でない。しかし動的計画法を用いて、音高系列の長さに比例した計算量で解を探ることができる。本稿ではこの音高の組み合わせを 2 次元平面上の経路としてとらえたものを、DP 経路 (dynamic-programming 経路) と呼ぶ。

2.2 旋律制御法

本稿の主題は、この日本語歌詞からの歌唱旋律の自動作曲において、旋律の滑らかさ、音の上下動、部分的な音高と音域の指定の方法を議論することである。

旋律の滑らかさを変える 旋律中で跳躍進行の多さを変化させることで旋律の滑らかさを変えることができ、それによって旋律の活発さ、おとなしさの印象を変化させることができる。跳躍の多い旋律のためには、音程の小さい跳躍と非和声音を避けるように DP 経路に制約を課せば良い。逆に、跳躍の少ない滑らかな旋律のためには、音程の大きい跳躍を避け、非和声音を積極的に通るように DP 経路に制約を課せばよい。

音の上下動を指定する 音の上下動が指定できることによって、直感的に旋律の概形を指定できるほか、韻律の再指定によって方言のイントネーションによる旋律作曲ができる。上行または下行の指定を反映するには、上行もしくは下行する DP 経路のみを用いて探索を行えばよい。

部分的に音高もしくは音域を指定する 旋律中の音高を指定できると、部分的に手動での作曲結果を反映する、旋律中に繰り返すようなモチーフを取り入れる、などができる。また旋律中で音域を指定できると、歌詞中の特定の単語のみの音域を高く、もしくは低く設定し、歌詞の内容を強調する効果を狙うことができる。これには指定された音高と音域中の音のみしか経路をなさないように DP 経路に制約を課し、そのもとで最適経路を探索することで実現できる。

これには指定された音域には値を持つが、それ以外の音域については小さな値を持つような確率を DP 経路に課し、そのもとで経路を探索することで実現できる。

このように、これらの旋律制御はともに動的計画法で最適化する旋律を表す経路 (DP 経路) 上の経路制約として扱うことができる (Fig. 2)。

3 DP 経路制約による旋律制御の試行例

DP 経路制約によって実際に旋律制御が行えることを確認するために、日本語歌詞からの歌唱曲自動作曲を行った。日本語歌詞と、リズムテンプレート、和声進行と伴奏音型の選択の下、旋律を以下の 4 種類の指定を行いながら自動生成した。日本語歌詞、リズムテンプレート、和声進行、伴奏音型は共通のもとを用い、8 小節の旋律を生成した。実際にそれらの指定が守られることと、指定以外の部分については、音楽理論から逸脱のない旋律が生成されているかについて確認した:

- 滑らかな進行の推奨
- 跳躍の多い進行の推奨
- 部分的な上下動の指定
- 部分的な音高の指定

これらいずれについてもユーザが指定した部分で、指定通り旋律を制御することができた。また指定のない部分では、従来の歌唱曲自動作曲の枠組みで音楽理論からの逸脱を起こさず自動生成できた (Fig. 3)。

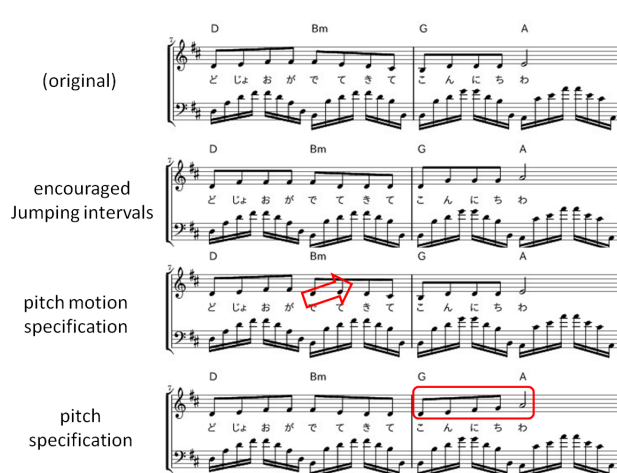


Fig. 3 DP 経路制約に基づく旋律制御の試行例: 上より滑らかな音進行を推奨した場合、跳躍の多い音進行を推奨した場合、「で」から「て」に向けて上行を指定した場合、「こんにちは」の部分の音高を指定した場合の自動生成例。どれも指定を守りながら、指定のない部分については自動生成ができています。

旋律制御の指定によっては、指定以外の部分において音楽理論からの逸脱が免れないような場合もあり得る。ユーザがあらゆる変更を加えたときに、ユーザが変更を加えなかった部分については音楽理論からの逸脱のない旋律が生成できるかの評価については、その評価方法も含めて議論が必要である。

4 おわりに

本稿では、旋律の音高、音域、上下動、滑らかさ、といった旋律制御を可能とする自動作曲手法を議論した。確率的定式化と動的計画法による最適化問題によって旋律を自動生成枠組みにおいて、動的計画法によって探索する経路 (DP 経路) へ制約を課すことで、目的が実現できることを示した。この自動作曲の機能は自動作曲システム Orpheus に実装され誰でもインターネットを通じて試すことができる¹。

謝辞 本研究は JSPS 特別研究員奨励費 121400000087 の助成を受けた。日本大学の北原鉄郎講師に、作曲支援システムのあり方について議論いただいた。

参考文献

- [1] T. Kitahara et. al., Proc. of SMC, 2011.
- [2] 長谷川, “作曲法教程,” 音楽之友社, 1949.
- [3] 島岡, “和声と楽式のアナリーゼ,” 音楽之友社, 1998.
- [4] 中妻 他, 音講論 (春季), pp. 739-740, 2007.
- [5] S. Fukayama et. al., Proc. of ICMC, pp. 441-446, 2012.

¹<http://www.orpheus-music.org/v3/>