

自動作曲システムにおけるメロディの確率的な音高決定手法の検討

向 瑞稀[†] 大谷 紀子[‡]東京都市大学大学院環境情報学研究所[†] 東京都市大学メディア情報学部[‡]

1. 背景と目的

現在、個人の感性を反映した楽曲の自動生成に関する研究[1]が進められている。先行研究では、ある程度の感性が反映できることが評価実験で示されているが、メロディが順次進行を基本として生成され、和音と協和しないアポイドノートが必要以上に含まれるという問題点がある。一般に、順次進行のみで構成される楽曲は、起伏がなく単調に感じられる。また、アポイドノートがメロディ上で長い音や目立つ音として使われると、違和感を覚えることが多い。

本研究では、個人の感性を反映した楽曲の自動生成における、メロディの単調さの回避と違和感の抑制を目的とする。メロディの確率的な音高決定手法を提案し、従来手法と比較する。

2. 個人の感性に即した自動作曲

先行研究における自動作曲システムは、和音進行とメロディからなる楽曲を生成する。最初に、入力された既存楽曲の特徴を感性モデルとして抽出し、感性モデルに適合する和音進行を生成する。次に、感性モデルに適合するメロディテンプレートを生成し、得られた和音進行を用いてメロディテンプレートに含まれる各音の音高を決定してメロディを完成させる。ここで、メロディテンプレートは、メロディを構成する各音の音高以外の情報、すなわち各音の発音タイミングと音価、先行音に対する音高の上下を表す。システム内では $-1\sim 3$ の整数列で表現される。各整数値は $1/4$ 拍分の音の状態を表し、それぞれ音を鳴らさないこと、前の状態を継続すること、先行音より低い音を鳴らすこと、先行音と同じ音を鳴らすこと、先行音より高い音を鳴らすことを意味する。生成するメロディの音高は、メロディテンプレートの値が $1\sim 3$ であるとき、あらかじめ指定した調と音域に基づく音階および音域より、メロディに使用可能な音高を要素と

する音高候補集合を用意する。音高候補集合は、以下に示す条件によって異なる。

- ① メロディの初期音
- ② 和音と同時に発音している音
- ③ 和音と同時に発音していない音

条件①のとき、音高の候補は同時に発音している和音の構成音となる。例えば同時発音のコードが $CM7$ であるとき、和音の構成音は $\{C, E, G, B\}$ となり、あらかじめ定められた音域内の音高がランダムで決定する。条件②のとき、音高の候補は和音の構成音およびメロディテンプレートの指示に従う。メロディテンプレートの値が 1 であるとき、和音の構成音かつ、定められた音域内で先行音より低い音高を候補とする。条件③のときの音高の候補は、スケールの登場音およびメロディテンプレートの指示に従う。例えば、メロディテンプレートの値が 3 であるとき、音階の構成音かつ、定められた音域内で先行音より高い音を音高の候補とする。

生成するメロディでは、メロディテンプレートの値が $1\sim 3$ であるときの音高を決定する。メロディテンプレートの値が 2 であるときの音高は、先行音の音高と同一にする。メロディテンプレートの値が 1 または 3 であるとき、音高候補のうち先行音の音高に最も近いものを音高とする。ここで音高候補が存在しない場合、例外処理として音階上で先行音より高い音の中で最も近い音高、先行音より低い音の中で最も近い音高または先行音の音高の中からランダムに決定する。

3. 提案手法

従来の音高決定の手法では、先行音と隣接する音高を選択しているため、順次進行のメロディが生成される。また条件③であるとき、音高の候補はスケールから選択されるため、アポイドノートが含まれる可能性がある。

提案手法では、アポイドノートの出現確率を考慮し、従来手法では選択されなかった音高候補を確率的に選択する。メロディテンプレートの i 番目の音高候補の集合 C_i を $\{c_1, c_2, \dots, c_N\}$ とした

Examination of probabilistic pitch determination method for melody in automatic composition system

[†] Graduate School of Environmental and Information Studies, Tokyo City University

[‡] Faculty of Informatics, Tokyo City University

ときの音高候補の選択確率集合 W_i を $\{w_1, w_2, \dots, w_N\}$ とする。音高決定の手順を以下に示す。はじめに選択確率集合のパラメータを初期値 I に初期化する。次に、 c_j が発音中の和音の登場音と比較して、半音上の音である場合、 c_j はアボイドノートである。例えば、発音中のコードが CM7 コード、指定した音階が C メジャースケールであるとき、F はアボイドノートである。 c_j がアボイドノートであるとき、 w_j を $k(0 < k < 1)$ 倍し、出現率を減少させる。 c_j がアボイドノートでない場合は次の処理に進む。メロディの過度な跳躍を防ぐため、 w_j を $\alpha^j(0 < \alpha < 1)$ 倍する。最後に、選択確率集合 W_i に基づき、メロディテンプレートの i 番目の音高を決定する。本研究で用いるパラメータは、 I を 100、 k を 0.25、 α を 0.5 とする。

4. 生成楽曲の比較

生成した楽曲にアボイドノートがどの程度含まれているかを比較した。自動作曲システムにおいて JPOP の既存楽曲である 3 曲をそれぞれ入力曲として、従来手法および提案手法による音高決定手法を用いてメロディを生成した。楽曲生成の際、各曲同じ和音進行およびメロディテンプレートを使用し、メロディの音域は入力曲と同一とした。アボイドノートの出現数の平均、標準偏差およびメロディのノート数を表 1 に示す。

曲 A に関して、提案手法におけるアボイドノートの平均は従来手法と比べてアボイドノートの数が減少した。和音の数に比べてノート数が多い場合、メロディの音高候補が条件①、②である箇所が頻出する。条件①、②では、コードから音高候補を用意するため、アボイドノートは出現しない。曲 A を入力曲とした楽曲では、和音数に比べてノート数が多いためアボイドノートが多く出現する。提案手法において、アボイドノートの数は従来手法と比べて約 0.4 倍であるため、本手法は有効であったといえる。曲 B に関してもアボイドノートの出現頻度は減少しており、ノート数に対して和音の数が多い場合に関してもアボイドノートが減少した。曲 C での楽曲では、両手法に関してアボイドノートは出現しなかった。既存楽曲の和音進行において、アボイドノートが登場する可能性のある和音が含まなかったことが要因である。曲 C を入力曲とした生成楽曲の例を図 1 に示す。図 1 の楽譜は、上から提案手法、従来手法および和音が記載されている。メロディに関して、1 から 3 番目のノートに進行する際、従来手法では順次進行であるが、提案手法では跳躍進行となっている。また 5

表 1 アボイドノートの出現数

	提案手法		従来手法		ノート数 (和音数)
	Ave	SD	Ave	SD	
曲 A	3.6	1.6	9.5	4.0	96(14)
曲 B	1.0	0.8	1.9	0.8	107(33)
曲 C	0.0	0.0	0.0	0.0	48(5)

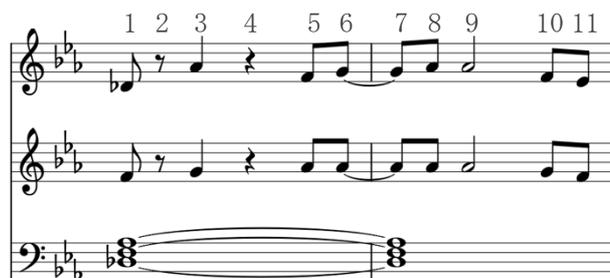


図 1 曲 C を入力曲とした生成楽曲の例

から 8 番目のノートでは、従来手法では同音進行で単調なメロディとなっているが、提案手法では単調さの回避が確認できた。

5. おわりに

本研究では、メロディの単調さの回避と違和感の抑制を目的として、メロディの確率的な音高決定手法を提案した。楽曲によってはアボイドノートの出現頻度を大きく減少させることができた。また隣り合う音高以外の候補を選択することで、跳躍進行のメロディも多く出現するようになった。近年では JPOP などで意図的にアボイドノートを使用し、一時的に不快感を与えるように楽曲を構成することで曲に多様性やストーリー性を持たせる工夫がなされる。アボイドノートは音楽理論的には避けるべき音として定義されているが楽曲によっては意図的に使用する場合がある。より多様なメロディを生成するためには、音高決定の確率モデルを作る必要がある。有効な手法として、隠れマルコフモデル (HMM) を用いた音高決定モデルが挙げられる。HMM を用いて楽曲を生成する研究は盛んに行われており、メロディの音高決定に対しても応用可能であると考えられる。今後の課題として自動作曲における HMM を用いた音高決定モデルの獲得手法について検討する。

参考文献

- [1] N. Otani, D. Okabe, M. Numao, "Generating a Melody Based on Symbiotic Evolution for Musicians' Creative Activities," Proc. of GECCO' 2018, pp.197-204, 2018.