

旋律パターンを応用した旋律合成システムの試作

出口 幸子[†] Craig S. Sapp[‡]

近畿大学工学部[†] CCRARH, Stanford University[‡]

1. はじめに

筆者は、箏曲の歌の旋律が定型的かつ特徴的であることを示し[1]、さらに箏曲に限らず古い伝承の歌では同様の傾向にあることを示した[2]。そこで、抽出した旋律パターンを応用して、旋律を合成するシステムを試作した。本稿ではその概要について述べる。

2. 旋律パターン

2.1. 箏曲の歌の旋律パターン

日本伝統音楽の歌は、図1のように音節内に旋律を持つことが多く、これをメリスマという。筆者は、箏曲のメリスマにおいて旋律パターンが定型的であることを、楽譜から入力したデータを分析して示した[1]。本研究において、音高は数値で表し、MIDIと同じく中央Cを60としている。また音程は2つの音高の差で表し、半音を1とする。n音旋律パターンは、連続するn音間の音程の列を、1音ずつずらして順に抽出する。例えば3音旋律パターンは、図1の例では(2 -2) (-2 2) (2 -2) (-2 2) (2 0) 等が抽出される。音節毎に区切ると、音節 no では(2 -2)、音節 do では(-2 2)、音節 ka では(-4 4) (4 -2) (-2 -3)が抽出される。分析の結果、3音旋律では、メリスマにおいて上位14パターンが81%を占めるが、それらは全体においては46%であった。これらの上位パターンは演奏者に学習されているパターンと一致しており、記憶の単位と考えられる。つまり、音節毎に区切ることで、定型的なパターンを抽出できることが示された。

2.2. 中国・ドイツの歌の旋律パターン

箏曲の歌の旋律分析の結果、2~4音旋律が定型的であった。そこで、3音旋律パターンを用いて、箏曲の歌を、中国・ドイツの伝統的な歌と比較した[2]。分析には Essen Folksong Collection[3]のデータを用いた。

箏曲では音節で区切ることで定型的なパターンが得られるが、一般にはセグメンテーションが難しい。箏曲の全体における上位パターンから完全1度(音程0)を含むものを除外すると、メリスマの上位パターンとほぼ一致することから、完全1度を含まない旋律パターンを上位から順に10パターン抽出して比較した。表1に示されるように、箏曲、中国、およびドイツの歌で主に用いられる旋律パターンの組は、大きく異なることが分かる。この結果は、音階の構造を反映していると考えられる。本結果は、2~4音の旋律パターンが旋律の基礎となる原始的なパターンであり、民族間の差を調べる一つの指標になりうることを示している。

3. 旋律合成システムの試作

2~4音旋律の上位パターンが箏曲、中国およびドイツの歌で大きく異なることから、これらの上位パターンを用いて、旋律を合成するシステムを試作することにした。旋律合成用のデータとして用いたのは、箏曲、中国およびドイツの歌からそれぞれ抽出した4音旋律の上位20パターンである。

3.1. 音階における旋律パターン

抽出したパターンを用いて旋律を合成するためには、それらのパターンが音階上のどの音から始まるかを指定する必要がある。箏曲の音階を図2に示す[4]。箏曲は7音音階であるが、ここでは主に用いられる5音(図2中の枠で囲んだ音)から構成される5音音階を考える。旋律パターンはこれら5音から始まるとし、7音音階を構成する他の2音は旋律パターンの途中で生じているとみなす。同様に、中国とドイツの歌の音階も5音音階を考え、旋律パターンは5音から始まるとする。中国の音階は、図3のように雅楽の理論に基づく5音音階とする。ドイツの音階は長音階とし、5音を図4のように選ぶ。

箏曲については、4音旋律の上位20パターンが音階上のどの音から始まるかを、実際のデータで調べた。例えばパターン(-1 -2 -4)は音階上の第6音s6から始まる。一方、中国とドイツのパターンについては、上位20パターンが音階

A Prototype for Melody Generation using Melodic Patterns
[†]Sachiko Deguchi, School of Engineering, Kinki University
[‡]Craig S. Sapp, CCRARH, Stanford University

上のどの音から始まるかが可能であることを理論的に考察した。例えばドイツの歌で、パターン(-1 -2 -2)は音階上の第1音 s1 から始まる。

3.2 ユーザインタフェース

キーボードを用いて、左手で旋律パターンを指定し、右手で各パターンの開始音と各音の生成タイミングを指定するようにユーザインタフェースを設計した。旋律パターンは、その形状により分類して図5に示すように、キーボード上に配置した。例えば、パターン(-n -m m)はキー2に割り当てた。この配置は、箏曲、中国およびドイツの歌に共通である。実際のパターンは、箏曲、中国およびドイツの歌の旋律パターンをそれぞれ記述したファイルから入力して設定する。開始音は、図6に示すように2オクターブ分の10音をキーに配置した。例えば箏曲の場合、ユーザがパターン(-n -m -l)を指定し、開始音 s6 のキー P を4回押すと、キーが押されたタイミングで、4音旋律(-1 -2 -4)の各音が生成される。なお同キーを3回押すと3音旋律(-1 -2)が生成される。

3.3 MIDI

Windows上で旋律を生成するため、MIDI制御にWindows Multimedia Systemを用いた.winmm.libはMIDI入力・出力の関数を含む。例えば、midiOutShortMsg()は、ノートオン、ノートオフのコマンドを送る。筆者は、プログラミングを容易にする目的で、これらのMIDI関数を用いるためのC++クラスのセットMidiIOを提供している[5]。さらに、対話的な音楽プログラムを作成するために特殊化したC++クラスのセットImprovを提供している[6]。本システムは、Improvを用いて実現しており、キーボード入力指定されたパターンと音高から、MIDIノートが計算されてシンセサイザーに送られる。なお、MidiIOとImprovはLinux上でも動作する。

4. おわりに

本システムで、合成に用いる旋律パターンの組を切り替えることにより、箏曲風、中国風、および西洋風の旋律が合成できるようになった。旋律パターンは限られているが、即興的に旋律を合成できるという利点がある。また、音階や旋律パターンを変えることにより別の旋律を合成できる。今後、生成された旋律を評価し、本システムの応用領域について検討したい。謝辞 本研究の機会を頂いた早稲田大学理工学部白井克彦教授ならびにStanford大学CCARHのEleanor Selfridge-Field教授に深謝致します。

表1: 3音旋律パターンの比較

箏曲の歌		中国の歌		ドイツの歌	
パターン	割合[%]	パターン	割合[%]	パターン	割合[%]
-2 2	8.8	-2 2	6.1	-2 -2	5.2
2 -2	7.2	-3 -2	5.6	-2 -1	4.2
-1 -2	5.5	2 -2	5.5	-1 -2	3.6
-2 -4	5.5	-2 -3	4.9	2 -2	3.2
-4 -1	3.2	-2 -2	4.0	-2 2	2.7
-4 4	3.0	2 3	3.5	2 2	2.6
1 -1	2.5	-3 3	3.5	2 1	2.4
-2 -3	2.3	3 -3	3.4	1 2	2.2
3 -1	1.9	3 2	3.1	-1 1	1.5
4 2	1.8	2 2	2.1	-3 -2	1.5

[no] 72 74 72; [do] 74 72 74; [ka] 74 70 74 72 69;

図1: 箏曲のメリスマの例

音 s1 s2 s3 s4 s5 s6 s7 s1'
音程 1 2 2 2 1 2 2

図2: 箏曲の音階

音 s1 s2 s3 s4 s5 s6 s7 s1'
音程 2 2 2 1 2 2 1

図3: 中国の音階

音 s1 s2 s3 s4 s5 s6 s7 s1'
音程 2 2 1 2 2 2 1

図4: ドイツの音階

1 (-n -m -l)	2 (-n -m m)	3 (-n n -m)	4 (-n n m)
Q (-n -m -l)	W (-n -m l)	E (-n m -l)	R (-n m l)
A (n -n -m)	S (n -n m)	D (n m -m)	F (n m l)
Z (n -m -l)	X (n -m l)	C (n m -l)	V (n m l)

図5: キーボード上のパターンの配置

6 s1'	7 s2'	8 s4'	9 s5'	0 s6'
Y s1	U s2	I s4	O s5	P s6

図6: キーボード上の開始音の配置(箏曲の例)

参考文献

- [1] 出口, 白井: 箏曲の歌における旋律とリズムの知識表現, 人工知能学会論文誌 Vol.18, No.3, 2003.
- [2] 出口, 白井: 箏曲の歌における旋律パターンの分析と応用, 人工知能学会全国大会講演論文集, 2003.
- [3] H. Schaffrath: The Essen Folksong Collection in the Humdrum Kern Format, CCARH, Stanford University, 1995.
- [4] 出口, 白井: 楽譜情報に基づいた箏曲の音律と音階の分析, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.3, 2001.
- [5] C. Sapp: <http://midiio.sapp.org/>
- [6] C. Sapp: <http://improv.sapp.org/>