

一対比較が組み込まれた対話型進化計算を用いたハンドベル楽曲の自動生成

甲斐川 純奈[†] 佐久間 拓人[†] 加藤 昇平[†]
名古屋工業大学 大学院工学研究科 工学専攻[†]

1 はじめに

ハンドベルとは、塔の上にある時報や警鐘を知らせる役割である鐘の練習用に作られた楽器である [1]。図 1 にハンドベルを示す。腕を振るだけで簡単に音を出すことができるため、幼い子どもから高齢者まで年齢や身体の障害を問わず演奏することができ、音楽療法にも用いられている [1]。また、ハンドベルという楽器は天使の音楽と言われているくらい音色の美しい楽器であり、聴く人の心を癒すことができる。このようなハンドベルの魅力をより多くの人に伝えたいと考えている。しかし、日本ではハンドベルを専門とする作曲家はほとんどいない。そこで本研究では多くの人にハンドベルに興味を持ってもらえるよう、誰でもハンドベル楽曲を作曲できる、自動生成手法を提案する。ハンドベル演奏未経験者による提案システムを用いた楽曲生成を行い、生成楽曲の印象評価から提案手法の有効性を検証する。



図 1: ハンドベル

2 関連研究

先行研究として山本ら [2] の segmented VRAE と遺伝的プログラミングに基づく音楽の創作という研究がある。この研究では遺伝的プログラミングを適用するために、楽曲を木構造によって表現している。この木構造は、終端ノードで音高とし、非終端ノードを子ノードへの音価の倍率および分岐数としている。ハンドベル楽曲は同時発音数が多いという特徴があり、この木構造では和音を表現できないため、ハンドベル楽曲には適していない。本研究では、終端ノードの数を変えることで和音を表現し、ハンドベル音楽の特徴を考慮した楽曲を作成する。また、竹之内ら [3] は対話型進化計算システムにおいて一対比較評価の有用性を検証した。

筆者らの先行研究 [4] では、一対比較評価を取り入れた対話型進化計算を用いたハンドベル楽曲生成手法を提案した。ユーザー評価基準が「ハンドベルの音色に合っているか」のみではハンドベル演奏未経験者が楽曲生成することが困難であることが示唆された。そこで本研究では具体的なユーザー評価基準を取り入れた楽曲生成を試みる。

3 提案手法

木構造を用いて楽曲を表現する。図 2 に木構造と楽譜の対応を示す。非終端ノードは音符の種類を表し、非終端ノードが持つ終端ノードの分岐数で和音か否かを表現する。ハンドベル楽曲の多くは最大同時発音数が 6 であることから、非終端ノードが持つ終端ノードの個数は 1 から 6 までとする。非終端ノードが持つ終端

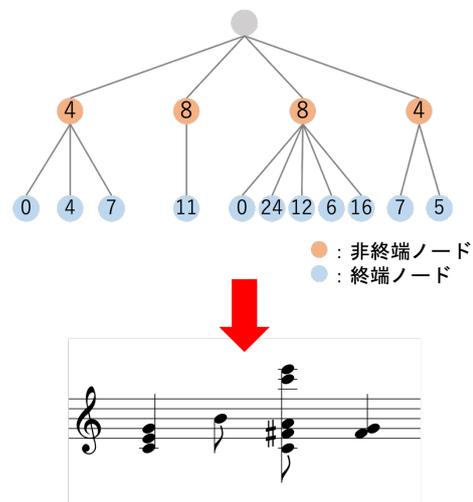


図 2: 木構造と楽譜の対応

ノードの個数が 1 の時は和音ではなく単音となり、終端ノードの個数が 4 の場合は、4 つの音の和音となる。また、終端ノードは音高を表す。音高は整数で表現し、0 は C5 を表している。楽曲生成の流れについて、まず、音符の種類、音高、分岐数は全てランダムで決定したものを初期個体として生成する。各個体が持っている評価点の初期値を 1 とする。ユーザー評価はどちらの楽曲が評価基準に適しているかの一対比較を用いた総当たり戦で行い、選択された個体の評価点を 1 増加させる。総当たり戦での評価順はランダムにする。評価点によって、選択、交叉、新規個体生成の対象個体を決定し、一連の流れを繰り返すことによって楽曲を生成していく。選択はエリート保存とし、評価が最も高い個体をそのまま次世代に残す。交叉は、評価が 1 番目・2 番目に高い個体、1 番目・3 番目に高い個体で部分木を交換する。部分木はランダムに選択する。新規個体生成は、最も評価の低い個体を対象に、非終端ノードの音符の種類、終端ノードの音高、非終端ノードが持つ終端ノードの個数、これらを全て新しくする。

Automatic Generation of Handbell Music Using Paired Comparisons Based Interactive Evolutionary Computation
Junna Kaigawa[†], Takuto Sakuma[†], and Syohei Kato[†]
[†]Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Japan
Tel:81-97-594-0181
Email:{kaigawa,sakuma,shohey}@katolab.nitech.ac.jp



図3: ユーザー評価基準 (I) で生成された楽曲の例



図4: ユーザー評価基準 (II) で生成された楽曲の例

4 実験

4.1 実験設定

本実験では、ユーザー負荷を考慮し、初期個体数を4、世代数を10とした。また、音符の種類を4分音符、8分音符のみとする。音高は0から36までの計37個の整数で表し、C5からC8までとする。非終端ノードの子ノードへの分岐数は1~6までとし、音符の個数である非終端ノードの個数を10に設定する。楽曲生成者は、ハンドベル演奏未経験者20代男性2名とし、それぞれが楽曲を3曲ずつ生成する。先行研究[4]からハンドベル楽曲らしさと明るい印象に相関がみられ、重い印象には相関がみられなかったことから、ユーザー評価基準として1名は(I)明るい楽曲を選択し、もう1名は(II)重い楽曲を選択することにする。

4.2 印象評価実験

図3に基準(I)で生成された楽曲、図4に基準(II)で生成された楽曲の例を示す。印象評価実験の参加者は10名で平均年齢34.8歳、全員女性であった。この実験の参加者は全員5年以上演奏経験を持つハンドベル演奏経験者である。参加者に生成した楽曲6曲にどのような印象があるか、伊藤ら[5]が定めた8つの形容詞対に、「ハンドベル楽曲らしい-らしくない」を加えた9対の形容詞対でSD法に基づき7段階評価の印象評価アンケートを取った。感性評価項目を表1に示す。このアンケートにより、ハンドベル演奏未経験者でもハンドベル楽曲らしい楽曲を生成できるか調査する。この6曲を生成した人物の個人属性(ハンドベル演奏経験の有無)は参加者には伝えないこととする。また、順序効果による影響を考慮し、再生する楽曲の順番は参加者ごとにランダムにする。

5 結果と考察

印象評価実験の結果、ユーザー評価基準が(I)のハンドベル楽曲らしさの平均点は2.7点、(II)のハンドベル楽曲らしさの平均点は3.0点であった。また、ユーザー評価基準(I)で生成された楽曲の「①明るい-暗い」の平均点を求めたところ4.4点、ユーザー評価基準(II)で生成された楽曲の「⑥重い-軽い」の平均点を求めたところ3.6点であった。さらに、ユーザー評価基準(I)で生成された楽曲のハンドベル楽曲らしさと印象評価項目「①明るい-暗い」の相関係数を求めたところ-0.5104、ユーザー評価基準(II)で生成された

表1: 印象評価実験に用いた形容詞対

7段階評価						
1	2	3	4	5	6	7
		①明るい	-	暗い		
	②滑らかな		-	荒い		
	③豊かな		-	痩せた		
	④澄んだ		-	濁った		
	⑤激しい		-	穏やかな		
	⑥重い		-	軽い		
	⑦やわらかい		-	硬い		
	⑧厚い		-	薄い		
⑨	ハンドベル楽曲らしくない		-	ハンドベル楽曲らしい		

楽曲のハンドベル楽曲らしさと印象評価項目「⑥重い-軽い」の相関係数を求めたところ0.0994であった。

ユーザー評価基準(I)で生成された3つの楽曲のうち、「①明るい-暗い」項目で最も平均点が低い(明るい印象)楽曲は、「⑨ハンドベル楽曲らしくない-ハンドベル楽曲らしい」の項目でも最も高い平均点になったことから、ハンドベル楽曲らしさには明るい印象が必要なことが考えられる。しかし、ハンドベル楽曲らしさの点数は先行研究と比べて高いとは言えず、明るい印象のみではハンドベル楽曲らしい楽曲を生成することは困難であることも示唆される。

6 まとめと今後の展望

木構造を用いてハンドベル楽曲を表現し、一対比較を用いた対話型進化計算によるハンドベル楽曲を表現した。印象評価実験の結果、ハンドベル楽曲らしさにはユーザー評価基準が明るい印象だけでは不十分であることがわかった。

明るい印象だけではハンドベル楽曲らしくならないことが示唆されたため、明るい印象以外にハンドベル楽曲らしさに必要な印象を加えたユーザー評価基準を再検討し、ハンドベル演奏未経験者でもハンドベル楽曲を生成できるよう検討する。また、形容詞以外に評価しやすいユーザー評価基準を検討し、ハンドベル演奏未経験者でもハンドベル楽曲らしい楽曲を生成できるようにする。

謝辞

本研究は、一部、文科省科研費(JP19H01137、および、JP20H04018)、ならびに、NICT委託研究の助成により行われた。

参考文献

- [1] 磯部澄葉他: ハンドベルの研究 I: ハンドベル及び金城学院大学におけるハンドベルクワイアの歴史, 金城学院大学論集. 人文科学編, Vol. 7, No. 1, pp. 1-8 (2010).
- [2] 山本周典, 森直樹: segmented VRAE と遺伝的プログラミングに基づく音楽の創作, 人工知能学会全国大会論文集第33回(2019), pp. 1H2J1304-1H2J1304 一般社団法人人工知能学会(2019).
- [3] 竹之内宏, 徳丸正孝他: 感性情報学 最前線: 招待論文: 4. 対話型進化計算システムにおける一対比較評価の有用性, 情報処理, Vol. 62, No. 5, pp. d80-d97 (2021).
- [4] Junna Kaigawa, S. K., Takuto Sakuma: Automatic Generation of Handbell Music Using Interactive Evolutionary Computation Incorporated Paired Comparisons, in *29th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 2024)* Springer (2024(in press)).
- [5] 伊藤雄哉, 山西良典, 加藤昇平: 音楽ゆらぎ特徴を用いた楽曲印象の推定, 日本音響学会誌, Vol. 68, No. 1, pp. 11-18 (2011).