

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330318

研究課題名(和文) 進化計算アルゴリズムに基づく個人の感性を反映した楽曲の自動生成

研究課題名(英文) Automatic Music Composition Adapting to Personal Sensibility Based on Evolutionary Computation Algorithm

研究代表者

大谷 紀子 (OTANI, Noriko)

東京都市大学・メディア情報学部・教授

研究者番号：70328566

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、個人の感性に即した楽曲の自動生成システムを構築し、音楽をより幅広く楽しめる環境を提供することを目的とする。楽曲全体の構造を考慮した和音進行の生成手法、目的に適合する既存楽曲のみを学習データとする感性モデル獲得手法、アーティストの創作活動における自動作曲システムの活用手法などを提案し、評価実験やケーススタディを通して効果を確認した。また、ブラウザベースのインタフェースを開発し、さまざまなイベントにおいて自動作曲システム体験ワークショップを開催した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we aimed to construct an automatic music composition system adapting to personal sensibility, and to provide an environment where music can be enjoyed for more various use. A method of generating chord progressions in consideration of the entire music structure, a method for extracting personal sensibility models using only existing musical pieces adapting the objective as training data, and a method of utilizing the automatic music composition system in artists' creative activities were proposed. Those effectiveness were confirmed in some experiments and case studies. In addition, we developed a browser-based interface, and held some workshops of experience of our automatic music composition system in various events.

研究分野：機械学習, 進化計算アルゴリズム

キーワード：自動作曲 感性モデル獲得 進化計算アルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、「独自性の高いもの」や「自分だけのもの」に価値を見出す人々が増えており、フルオーダーやセミオーダー、カスタマイズ、または自作などで、自分の要求に可能な限り合致しているものを入手しようとする傾向が強まっている。これは「世界にひとつだけ」という希少価値や自己表現欲求に加え、自己の特定の感性に訴えるものに対して感じる強い愛着に起因すると考えられる。

(2) 音楽に関しても例外ではなく、コンピュータにおける作曲ツールの提供や、インターネットを介した発信手段の拡大などの影響もあって、自らが楽曲を生成して楽しむ人々が増加している。素人クリエイターが音声合成システムを利用して作成した楽曲が人気を集め、CDが発売されたり、ライブが開催されたりしている状況は、一種の社会現象ともいえる。しかし、思い通りの楽曲を生成することは初心者にとって容易ではなく、ある程度の経験と知識が必要となる。また、同じ楽曲を聴いても感じ方は個人によって異なるため、曲調に関する一般的なルールを適用しても、ある個人の特定の感性に強く訴えかけるような楽曲は生成できない。より多くの人々が、音楽を聴くだけでなく作ることも楽しめるような枠組みが求められている。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、ある個人の特定の感性に訴えかけるような楽曲を自動生成するシステムを構築する。目標とする感性を反映しつつ、音楽的にも優れた楽曲を自動生成する手法を考案することで、音楽に関する知識が乏しい人や作曲経験の少ない人でも目的の楽曲を容易に生成できるようにし、音楽をより幅広く楽しめる環境を提供することを目的とする。

(2) 構築したシステムにより生成された楽曲を評価して手法の有効性を確認するとともに、本システムをより多くの人に活用してもらう方法についても検討し、社会のニーズへの貢献を目指す。

3. 研究の方法

(1) 本研究で生成する楽曲は、枠組構造、和音進行、メロディ、およびベースパートから構成される。枠組構造は、楽曲のジャンル、キー、音階、調、拍子、速さ、メロディの音色と音色のカテゴリ、和音進行の音色と音色のカテゴリという 10 要素からなる。楽曲生成手順を図 1 に示す。まず、聴者の既存楽曲に対する評価をもとに訓練例を作成し、既存楽曲に関する記述を背景知識として、帰納論理プログラミング (Inductive Logic Programming; ILP) により枠組構造、モチーフ、和音進行の感性モデルを獲得する。次に、進化計算アルゴリズムにより、枠組構造の感性モデルに基づいて枠組構造を生成するとともに、モチーフと和音進行の感性モデ

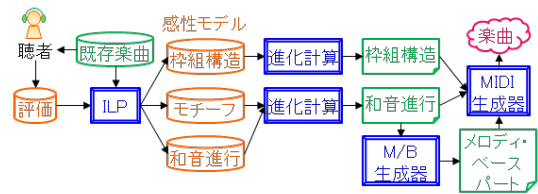


図 1 楽曲生成手順

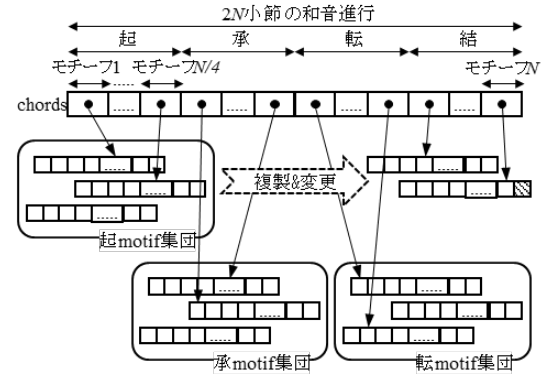


図 2 和音進行を表す個体の構成

ルに基づいて和音進行を生成する。最後に、和音進行に合わせてメロディとベースパートを生成し、枠組構造、和音進行、メロディ、ベースパートを組み合わせて楽曲とする。

(2) より質の高い楽曲を生成するためには、音楽としての統一感や展開性といった楽曲全体の構成を考慮する必要がある。楽曲に展開性を持たせる一手法として、楽曲全体の構成を起承転結の形式にすることが考えられることから、共生進化に基づく和音進行生成手法を提案する。共生進化は遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) の 1 手法であり、部分解を個体とする集団と、部分解の組合せを個体とする全体解集団を並行して進化させる点が特徴である。部分解集団では解の部分的評価を行ない、最適解に含まれる多様な部分解を生成する。部分解のより良い組合せを全体解集団で学習することで、1 集団を進化させる GA よりも多様な解候補からの探索が可能である。部分解を進化させるという共生進化の最大の特徴を活かして、起・承・転に相当するモチーフを異なる部分解集団で進化させることで、起承転結の構成をもつ楽曲の生成を目指す。

(3) 和音進行を表す全体解集団の個体 chords の構成を図 2 に示す。2N 小節の楽曲を生成するとき、chords は長さ N の部分解個体 motif へのポイント列として表され、N 個のポイントのうち最初の 3N / 4 個は、それぞれ「起」、「承」、「転」に相当する motif 集団の個体を参照する。最後の N / 4 個のポイントの参照先は、N / 4 番目のポイントが参照している motif の末尾を全終止、または変終止に変更した motif とする。「結」に相当するモチーフを「起」に相当するモチーフに類似させることにより、「転」で大きく曲が展開した後で「起」に戻るような自然な楽曲の構成が実現される。また、末尾を終止形に

変更することで、和音の流れを安定したままとりにすることができる。

(4) 自動作曲システムの活用により、音楽の専門知識や技能を持たない人が手軽に新たな楽曲を創作することができる。また、日ごろから作曲を手がけるアーティストでも、用途やイメージを指定されて楽曲生成を依頼された場合には、いかに依頼者の要求に応え、自分なりの楽曲を生成できるかが重要なポイントとなり、自由に作曲する場合よりは制約が多くなるため、自動作曲システムを活用することで創作活動が支援される可能性がある。以上のような活用方法を想定すると、感性モデルを獲得するために正例と負例を用意することは不自然であるといえる。また、楽曲の印象はメロディに大きく左右されることを鑑み、前述の楽曲生成手順を以下のように変更する。

感性モデル獲得用の既存楽曲は正例のみとする。

感性モデルは、入力した既存楽曲における頻出パターンとする。処理を高速化するため、PrefixSpanにより感性モデルを獲得する。

和音進行のコード名と発音タイミングに関する感性モデルに加え、メロディの上下行と発音タイミングに関する感性モデルも獲得する。

共生進化により感性モデルに適合するメロディの上下行と発音タイミングを生成し、同時に鳴る和音を元に音高を決定する。上記の変更により、ユーザは「このような感じの曲を作りたい」など、要望をより容易に指定することができるようになる。この点を生かし、子供にも操作しやすいブラウザベースのインタフェースを開発した。

(5) プロのアーティストの作曲活動において3(4)の手法を実装した自動作曲システムを活用する方法を提案する。以下では、社会福祉法人奈良県共同募金会からフォークデュオ「ワライナキ」に対して依頼された共同募金応援ソングの制作をケーススタディとして提案手法を説明する。まず、楽曲生成の目的に適合する既存楽曲の選定が問題となるが、共同募金会の「赤い羽根共同募金のコンセプトである『助け合い』を織り交ぜた、あたたかい雰囲気共同募金応援ソングを作成して欲しい」という要望を鑑み、「助け合い」、「あたたかい」、「応援」という3つのテーマに合うワライナキの曲を選定することとした。曲の選定には、2016年3~5月のワンマンライブで取得したアンケート結果を使用する。5回のライブで163の有効回答が得られ、計65曲がワライナキのお気に入り曲として挙げられた。回答人数の分布で+0.5以上の範囲にある17曲のうち、歌詞が3つのテーマに合致する「がんばってる君へ」、「サクラフキ」、「オトノハ」の3曲を選定し、それぞれAメロ、Bメロ、サビの部分に分割して、部分ごとに入力楽曲として使用で

きるようにした。自動作曲システムの処理のうち、入力楽曲の指定と和音進行の生成をワライナキが担当することで、ワライナキの創作意図を生成楽曲に盛り込む。ワライナキの指示のもと、自動作曲システムにより8~16小節の楽曲を複数作成した後、ワライナキが使用する楽曲を選抜し、並べ替え、歌詞を付け、メロディを調整して、共同募金応援ソング「akaihane」を完成させた。

4. 研究成果

(1) 3(2)~(3)に記した手法の有用性を確認するため、20代前半の学生17名を被験者として評価実験を実施した。楽曲生成対象の感性は、5対10語の形容語「明るい」「暗い」「嬉しい」「悲しい」「優しい」「優しくない」「穏やかな」「穏やかでない」「好き」「嫌い」で表される10種類の感性とする。被験者が既存楽曲53曲に付与した評価値をもとに、10種類の感性に関する感性モデルを獲得し、先行研究で提案された共生進化に基づく手法、および本研究での提案手法により8小節の楽曲を生成した。生成された楽曲が被験者の感性を反映している度合を比較するため、生成された楽曲の評価を5つの評価項目について5段階尺度で調査したところ、図3,4のような結果が得られた。また、各楽曲の完成度を比較するため、統一感、展開性、面白さ、成立性についても5段階尺度で調査した結果、評価値平均は図5のようになった。正方向と負方向の感性を正しく反映しつつ、展開性を感じられる楽曲が生成されることが示された。楽曲に起承転結の構成をもたせることで、面白さも増すと予想していたが、有意差があらわれるほどの評価の向上はみられなかったため、面白さの向上には別のアプローチが必要であるといえる。また、感性の反映度および楽曲の完成度の両方に関して、十分な評価値が得られているとはいえないため、楽曲の表現等の基本部分の見直しが必要であることが確認された。

(2) 3(4)~(5)に記した手法の有用性を確認するため、まずワライナキのファンに対して自由記述によりakaihaneに対する印象を問うアンケート調査を実施した。26名から有効回答が得られ、うち3名は「違和感がある」など悪い印象を記述したが、他23名の回答はおおむね高評価であった。また、6名の回答には「ワライナキらしい」という記述が含まれ、「『がんばってる君へ』や『サクラフキ』の心地よさが感じられて親しみがある」と入力楽曲を言い当てたファンもいた。一方、2名は「ワライナキらしくない」と感じており、他の3名は「ワライナキお二人の今までの楽曲のイメージやまた新たな新鮮なイメージが感じられて」のように、両者混交の印象をもっていた。ワライナキは自動作曲システムが作成した楽曲を聴いて「自分たちでは思いつかないようなメロディ」と感じたが、多くのファンが「ワライナキらしい」という

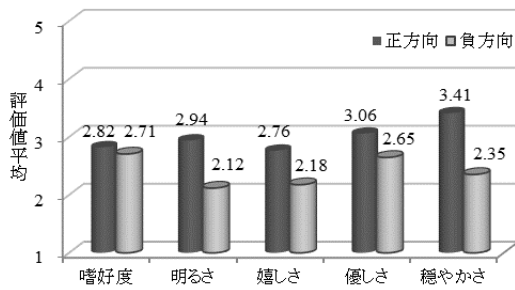


図3 先行研究における感性の反映度

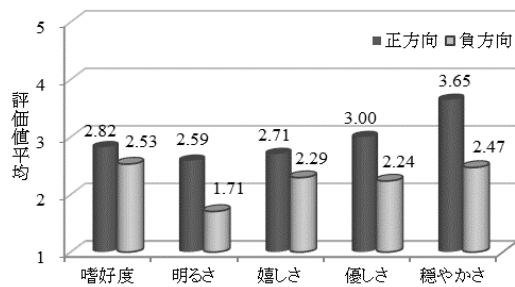


図4 本研究における感性の反映度

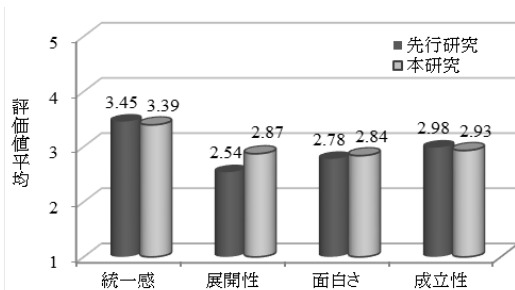


図5 楽曲の完成度

印象を抱いていることから、自動作曲システムの処理の一部をワライナキが担当したことによる効果を示されたとともに、潜在的な創造性が自動作曲システムにより刺激され、自身では創出できなかった曲が生まれ出された可能性が示唆されたと考える。

(3) 次に、ファン以外の方の印象を調査するため、2016年11月21日に開催された奈良県社会福祉大会、および2017年1月10日に開催された経営学習研究所シアターモールにおいてアンケート調査を実施し、それぞれ216、59の有効回答を得た。参加者は、ワライナキによる akaihane の生演奏を聴いた後でアンケートに回答する。質問項目は、歌詞とメロディに関してそれぞれ3つのテーマに合う曲だと思うか、および人間の作曲家が作った曲と比べて違和感がないと思うかの計7項目であり、回答は「とても思う」、「どちらかといえば思う」、「どちらともいえない」、「どちらかといえば思わない」、「まったく思わない」からの選択式とした。各回答をそれぞれ5~1点としたときの平均および標準偏差を表1に示す。いずれの調査においても平均は3.5以上となり、特にあたたかさに関して歌詞、メロディ共に高評価が得られている。本結果より、akaihane は人間の作曲家が作った楽曲と遜色なく、目標の3テーマが反映さ

表1 アンケートの評点の平均と標準偏差

		社会福祉		経営学習	
		平均	SD	平均	SD
歌詞	助け合い	4.43	0.66	4.25	0.68
	あたたかい	4.52	0.61	4.64	0.58
	応援	4.45	0.69	4.14	0.85
メロディ	助け合い	4.28	0.78	3.95	0.81
	あたたかい	4.49	0.65	4.61	0.66
	応援	4.40	0.69	4.00	0.82
違和感なし		3.53	1.41	4.63	0.76

れているものと考えられる。

(4) 東京都市大学科学体験教室や名古屋青年会議所主催の子供向け科学イベントにおいて、開発したインタフェースにより自動作曲を体験するワークショップを開催した。多くの方から多様な感想を聞くことができ、今後の研究の指針を得ることができた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

土屋直樹, 大谷紀子, 沼尾正行, 感性に基づく楽曲生成のためのコードネーム推定, 情報処理学会第79回全国大会予稿集, Vol.2, pp.85-86, 査読無, 2017.

大谷紀子, 岡部大介, 白井大輔, 高田志麻, 沼尾正行, アーティストの創作活動における自動作曲システムの活用 - 『akaihane』のケーススタディ -, 情報処理学会第79回全国大会予稿集, Vol.2, pp.21-22, 査読無, 2017.

N.Otani, S.Shirakawa, M.Numao, Design of Populations in Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression in Consideration of the Entire Music Structure, Principles and Practice of Multi-Agent Systems, Lecture Notes in Computer Science, Vol.9935, pp.143-154, 査読有, 2016.

大谷紀子, 饗庭絵里子, 沼尾正行, 個人の嗜好に合わせた高揚曲の自動生成, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-DCC-11, No.6, 査読無, 2015.

N.Tsuchiya, T.Koori, M.Numao, N.Otani, Training Dataset to Induce the Personal Sensibility Model for a Music Composition System, Proceedings of IWIN'2015, pp.201-205, 査読有, 2015.

土屋直樹, 郡孝実, 沼尾正行, 大谷紀子, 自動作曲のための感性モデル獲得手法の検討, 人工知能学会第29回全国大会論文集, 4J1-4, 査読無, 2015.

N.Otani, S.Shirakawa, M.Numao, Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression Consisting of Four Parts for a Music Composition System, Proceedings of PRICAI'2014, LNAI 8862,

pp.849-855, 査読有, 2014.

大谷紀子, 白川翔子, 沼尾正行, 共生進化に基づく起承転結を考慮した和音進行生成, 人工知能学会第 28 回全国大会論文集, 1D3-5, 査読無, 2014.

〔学会発表〕(計 9 件)

N.Otani, A System for Composing Music in Collaboration with Musicians, The 5th AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing, 2017.

土屋直樹, 感性に基づく楽曲生成のためのコードネーム推定, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017.

大谷紀子, アーティストの創作活動における自動作曲システムの活用 - 『akaihane』のケーススタディ -, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017.

大谷紀子, 個人の嗜好に合わせた高揚曲の自動生成, 情報処理学会第 11 回デジタルコンテンツクリエーション研究会, 2015.

N.Tsuchiya, Training Dataset to Induce the Personal Sensibility Model for a Music Composition System, International Workshop on Informatics 2015, 2015.

土屋直樹, 自動作曲のための感性モデル獲得手法の検討, 人工知能学会第 29 回全国大会, 2015.

N.Otani, Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression Consisting of Four Parts for a Music Composition System, The 13th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, 2014.

N.Otani, Design of Populations in Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression in Consideration of the Entire Music Structure, The 5th International Workshop on Empathic Computing, 2014.

大谷紀子, 共生進化に基づく起承転結を考慮した和音進行生成, 人工知能学会第 28 回全国大会, 2014.

〔その他〕

報道関連情報

“人工知能とアート 芸術への挑戦,” ScienceNews2017, 科学技術振興機構, 2017/3/29

“AI、脳波に合わせ作曲,” 日刊工業新聞, 2017/2/3, 7 面

“AI が作るあなただけの曲,” 朝日新聞, 2017/1/17, 36 面

“気分明るくなる曲 AI で,” 日本経済新聞(夕刊), 2017/1/17, 12 面

“脳波データから AI が自動作曲,” 日経産業新聞, 2017/1/18, 8 面

“AI が楽曲自動創作 人間の感性を学習

東京都市大の大谷教授研究,” 毎日新聞(神奈川), 2016/11/7, 26 面

“AI×アーティスト共同制作 きょう世田谷でライブ,” 毎日新聞(東京), 2016/10/15, 25 面

“心動かす曲 AI が自動作曲,” フジサンケイビジネスアイ, 2016/10/5

“気分にあう旋律 人工知能が作曲,” 日本経済新聞, 2016/10/3, 13 面

“70 年目の赤い羽根運動始まる - 「応援ソング」の披露も,” 奈良新聞, 2016/10/2

“人工知能が「感情で作曲」 ワライナキが披露,” 奈良新聞, 2016/10/1

“人工知能で自動作曲,” 京都新聞, 2016/9/30

“人工知能で心動かす曲,” 山梨日日新聞, 2016/9/30

“感情湧く曲 AI が作成,” 福井新聞, 2016/9/30

“AI のメロディー 募金応援ソングお披露目,” 毎日新聞, 2016/9/30, 31 面

“気分変える歌 人工知能作曲,” 神戸新聞, 2016/9/30

“気分に合わせて AI が作曲,” 日経産業新聞, 2016/9/30, 12 面

“人工知能 紡ぐバラード,” 読売新聞, 2016/9/30, 35 面

“人工知能の歌心 募金ソングに,” 朝日新聞, 2016/9/30, 35 面

“答えは脳に聞け,” 日経エレクトロニクス, p.33, 2015 年 7 月号

ホームページ

<http://www.yc.tcu.ac.jp/~otani/kaken14-16/index.html>

ケーススタディの成果物

akaihane, <http://amzn.asia/1KS6nkm>
想像もつかない MIRAI へ,
<https://www.coistream.osaka-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大谷 紀子 (OTANI, Noriko)
東京都市大学・メディア情報学部・教授
研究者番号: 7 0 3 2 8 5 6 6

(2) 連携研究者

沼尾 正行 (NUMAO, Masayuki)
大阪大学・産業科学研究所・教授
研究者番号: 3 0 1 9 8 5 5 1

饗庭 絵里子 (AIBA, Eriko)
電気通信大学・情報理工学系研究科・助教
研究者番号: 4 0 5 6 9 7 6 1