

自動作曲のための感性モデル獲得手法の検討

Examination of Technique to Induce the Personal Sensibility Model for Automatic Composition

土屋 直樹*¹ 郡 孝実*² 沼尾 正行*³ 大谷 紀子*⁴
 Naoki Tsuchiya Koori Takami Masayuki Numao Noriko Otani

*¹ 東京都市大学大学院環境情報学研究科
 Graduate School of Environmental and Information Studies, Tokyo City University

*² ビッグロブ株式会社
 BIGLOBE Inc.

*³ 大阪大学産業科学研究所
 The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

*⁴ 東京都市大学メディア情報学部
 Faculty of Informatics, Tokyo City University

Automatic composition system that composes music adapting to personal sensibility has been proposed. The system induces a personal sensibility model by using a listener's emotional impressions of music and composes music on the basis of that model using evolutionary computation algorithms. Therefore, the quality of the composed musical piece depends on the quality of the induced personal sensibility model. The training data for inducing the personal sensibility model are generated using the scores of various known musical pieces evaluated by the listener. However, he/she often gets lost during the evaluation, and is influenced by his/her memory about the musical piece. In this paper, the difference between known music and unknown music, that is scored to make training data for inducing the personal sensibility model, are revealed. In addition, we examine the method to make training data using the time taken for scoring the music.

1. はじめに

個人の感性を反映した楽曲の自動生成に関する研究が進められている。楽曲生成対象とする個人が、既知楽曲に対する印象に関して付与した評価値に基づいて訓練例を作成し、帰納論理プログラミング (Inductive Logic Programming; ILP) により感性モデルを獲得する。獲得した感性モデルに即した楽曲を進化計算アルゴリズムにより生成する。本手法により、個人の感性を反映した楽曲生成がある程度可能であることが報告されている [Legaspi 07]。

先行研究では、評価用楽曲に対する印象調査において、対象感性と相対感性の対に関して 1~5 の評価値を付与させているが、付与すべき評価値に迷う場面が頻繁に見受けられる。迷った末に付与された評価値は、即座に付与された評価値よりも直観的な印象を表していない可能性が高い。また、評価用楽曲が既知である場合、楽曲の構造的特徴に対して抱いた印象以外に、過去の経験に基づく感情や思い入れが評価値に反映されると考えられる。感性モデルは、個人に特定の感性を想起させるルールとみなされ、楽曲生成の際に感性の反映度合いの評価基準として使用される。したがって、楽曲に感性をより正確に反映させるためには、感性モデルを正確に獲得する必要があると考えられる。

本研究では、評価用楽曲の既知性と、評価値の付与にかかった時間が感性モデルに与える影響を明らかにし、楽曲生成に適した感性モデル獲得手法を検討する。

2. 楽曲の表現と生成手順

本研究では、特定の聴者および感性を対象として楽曲を生成する。楽曲の表現方法と生成手順について以下で概説する。

楽曲は、枠組構造、複数のモチーフの組み合わせからなる和音進行、メロディ、およびベースパートから構成される。モ

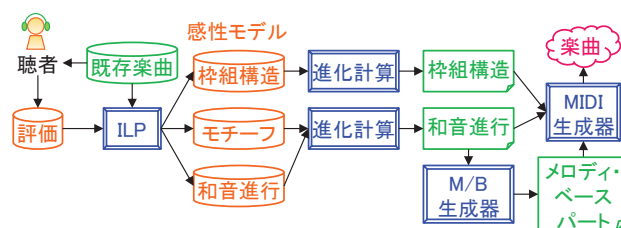


図 1: 楽曲生成手順

チーフとは、楽曲を構成する最小単位であり、2小節で構成される。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。和音進行は 1 拍分の和音と“-”の並びで表現される。“-”は先行和音の音価を 1 拍分延長することを意味する。和音は根音 Root, 種類 Type, テンション Tension の 3 要素の組 (Root, Type, Tension) として表現される。

楽曲生成手順を図 1 に示す。まず、聴者の評価用楽曲に対する評価をもとに訓練例を作成し、既知楽曲に関する記述を背景知識として、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。獲得した感性モデルから、進化計算アルゴリズムで、枠組構造と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。

3. 感性モデル

感性モデルは、特定の聴者のある感性に影響する楽曲のルールであり、聴者および感性ごとに獲得される。本節では、まず先行研究における訓練例の作成方法について述べ、その後提案手法について述べる。

表 1: 正例および負例とする評価用楽曲

楽曲生成対象の 感性の方向	訓練例	楽曲の評価値	
		正例	負例
正方向	t_2	5	1~4
	t_1	4, 5	1~3
負方向	t_2	1	2~5
	t_1	1, 2	3~5

3.1 先行研究における訓練例の作成

楽曲生成対象とする感性は、感性の評価軸上で正方向と負方向のいずれに位置するかが定められているものとし、訓練例の作成にあたっては、当該感性と逆方向に位置する相対感性を対にして扱う。聴者に複数の評価用楽曲を聴かせ、楽曲生成対象の感性を表す形容語と、相対感性を表す形容語の対で表現された評価項目に関して、各曲の印象をSD法により5段階尺度で評価させる。評価値は、感性の評価軸上で正方向に相当すると感じるほど大きく、負方向に相当すると感じるほど小さい値となる。例えば、ある聴者が「明るい」と感じる楽曲を生成するためには、「明るいー暗い」という対立する形容詞対で表現される「明るさ」の評価項目に関して、とても明るいと感じたら5、とても暗いと感じたら1、どちらでもないと感じたら3という評価値が付与される。

評価用楽曲に付与された評価値をもとに、2種類の訓練例 t_1 , t_2 を作成する。各訓練例で正例および負例とする評価用楽曲の評価値を表1に示す。例えば、「明るい」と感じる楽曲を生成するときの訓練例 t_2 では、「明るさ」に関する評価値が5の楽曲を正例、1~4の楽曲を負例とし、「暗い」と感じる楽曲を生成するときの訓練例 t_2 では、「明るさ」に関する評価値が1の楽曲を正例、2~5の楽曲を負例とする。

3.2 楽曲評価データの取得

本研究では、評価値の付与にかかった時間を考慮して訓練例を作成するために、評価用楽曲の評価値に加え、評価値の付与にかかった時間を取得する。両者を合わせて楽曲評価データと呼ぶ。楽曲評価データを取得するために、楽曲評価システムを用いて、聴者の評価用楽曲に対する印象を調査する。本システムでは、楽曲が再生されてから最初に評価値を選択するまでにかかった時間、および各評価値を選択してから次の評価値を選択するまでにかかった時間が計測される。被験者にはあらかじめ、評価しやすい感性から評価することと、一度付与した評価値を変更してもよいことを指示する。一度付与した評価値を変更すると、前の評価値を選択してから、変更後の評価値を選択するまでにかかった時間が評価にかかった時間として新たに記録される。

3.3 評価に迷った楽曲の判定

20代前半の学生15名を被験者として、楽曲評価データを取得したところ、評価値選択の頻度の分布は、いずれの被験者でも同様の分布となった。評価時間の長い評価値選択は、頻度の低い傾向がある。被験者には、評価しやすい感性から評価するように指示したため、評価時間の長い評価値選択は、評価に迷ったことを意味する。すなわち、当該楽曲の当該感性に関する評価値の付与は難しく、付与された評価値は直感によるものではないといえる。

本研究では、評価に迷った楽曲・感性を正規分布に基づいて判定するために、各被験者の評価値の付与にかかった時間の分布をBox-Cox変換により正規分布に近づける。評価値の付与

にかかった時間の分布が、変換後の分布で右側5%に含まれる感性を評価に迷った感性と定める。表1に従って作成した各感性ごとの訓練例 t_1 , t_2 から、評価に迷った感性を含む楽曲を除いた訓練例をそれぞれ t'_1 , t'_2 とする。

4. 評価実験

訓練例 t_1 , t_2 と t'_1 , t'_2 を用いて獲得された感性モデルの違い、および評価用楽曲の既知性の影響を調査するために、20代前半の学生15名を被験者として評価実験を行った。「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」という5対10語の形容語で表される感性を対象感性とし、既知楽曲50曲と未知楽曲48曲を評価用楽曲とする。既知楽曲は映画やドラマの主題歌に使用されている著名な楽曲であり、未知楽曲は作曲家が本研究のために新たに作成した楽曲である。両楽曲ともに、各楽曲の長さは30秒前後であり、様々なリズム、すべての長短調の曲が偏りなく含まれている。また、楽曲の既知性以外の点での影響を減らすために、すべての楽曲のメロディ、和音の音色にはピアノが使われている。

両楽曲で訓練例を t_1 , t_2 とした場合、および未知楽曲で訓練例を t'_1 , t'_2 にした場合について、ILPシステムFOILで感性モデルを獲得する。また、獲得した各感性モデルに基づき、共生進化に基づく手法 [Otani 14] で8小節の楽曲を生成する。なお、メロディから受ける印象が強くなり、和音進行の評価に影響するという理由で、先行研究同様にメロディは付加していない。

4.1 感性モデルでの評価

全被験者の各感性モデルに含まれるルール数の平均を表2に示す。 t'_1 , t'_2 を用いることにより、枠組構造、和音進行で多くのルールを獲得することができたが、モチーフにおいては、 t_1 , t_2 の方が多くのルールを獲得した。各感性モデルでのルール数平均を訓練例が t_1 , t_2 と t'_1 , t'_2 の場合についてt検定を行ったところ、枠組構造に関しては有意水準5%、モチーフに関しては有意水準1%で有意差があるとの結果が得られたが、和音進行に関しては、有意差はないとの結果が得られた。

一方、評価用楽曲に用いる楽曲に関しては、枠組構造では既知楽曲、モチーフと和音進行では、未知楽曲を評価用楽曲として使用した際に多くのルールを獲得できた。各感性モデルでのルール数平均を評価用楽曲が未知楽曲と既知楽曲の場合についてt検定を行ったところ、モチーフと和音進行に関しては、有意水準1%で有意差があるとの結果が得られたが、枠組構造に関しては、有意差なしとの結果であった。先行研究では、モチーフと和音進行の感性モデルに基づいて和音進行を生成することで、感性の反映度合いの向上を達成している。本研究の結果より、未知楽曲を評価用楽曲として使用し、 t_1 , t_2 を用いることで、モチーフの獲得ルール数を増やし、より多彩なモチーフを組み合わせた楽曲の生成が可能になり、また、 t'_1 , t'_2 を用いることで、枠組構造の獲得ルール数を増やし、さまざまなキー、調を持った楽曲の生成が可能になると考えられる。

各ルールのgainの平均を表3に示す。gainとは、FOILにおける述語表現の評価に用いられる値で、正例を多く満たし、負例を満たさない述語表現ほど大きな値となる。既知楽曲よりも未知楽曲、 t_1 , t_2 よりも t'_1 , t'_2 でgainの平均値は小さい。ルールのgainの平均について、訓練例が t_1 , t_2 と t'_1 , t'_2 の場合と、評価用楽曲が未知楽曲と既知楽曲の場合についてt検定を行ったところ、既知楽曲のモチーフと和音進行に関しては有意水準1%で有意差ありとの結果であったが、枠組構造と訓

表 2: 感性モデルのルール数の平均

楽曲	訓練例	枠組構造	モチーフ	和音進行
未知	t'_1, t'_2	9.93	6.31	5.75
	t_1, t_2	9.38	6.67	5.49
既知		10.20	1.80	3.98

表 3: ルールの gain の平均

楽曲	訓練例	枠組構造	モチーフ	和音進行
未知	t'_1, t'_2	1.73	2.07	1.88
	t_1, t_2	1.76	2.09	1.91
既知		1.82	3.54	2.18

練例 t_1, t_2 の各感性モデルには有意差はないとの結果であった。以上により、未知楽曲では既知楽曲より少ない事例を被覆するルールが多く得られるといえる。すなわち、評価用楽曲を未知楽曲にすることで、より特殊なルールを獲得できると考えられる。評価に迷った楽曲を訓練例から除去することでも、同様の効果を狙える可能性があるが、評価に迷った楽曲の定義については、検討を続ける必要がある。

4.2 生成した楽曲での評価

生成された楽曲が被験者の感性を反映している度合いを比較するため、評価用楽曲の評価と同様に、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。

各感性に基づいて生成された楽曲に対する評価値の平均を図2に示す。既知楽曲と未知楽曲の間に各感性共通の傾向はみられないが、明るさと嬉しさで、既知楽曲の方が正方向で高く、負方向で低い評価を得ている。一方、穏やかさの感性に関しては、未知楽曲の方が、正方向で高く、負方向で低い評価を得ている。全体的にも評価が負方向の感性に偏っていて、正方向の感性も「穏やかである」を除き、平均値が3を割っていることから、感性を反映させたとは言い難いところがある。

既知楽曲と未知楽曲に被験者が付与した評価値の割合を図3に示す。既知楽曲に大きい評価値が多く付与されており、特に嗜好度でその傾向が強いことから、単純接触効果の表れと考えられる。評価値の偏りに着目すると、嗜好度、優しさ、穏やか

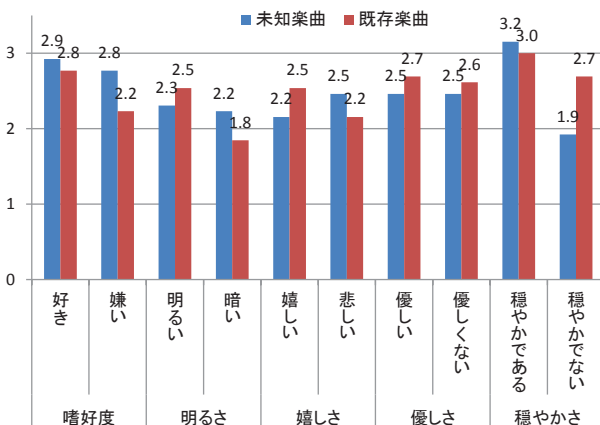


図 2: 生成楽曲の評価

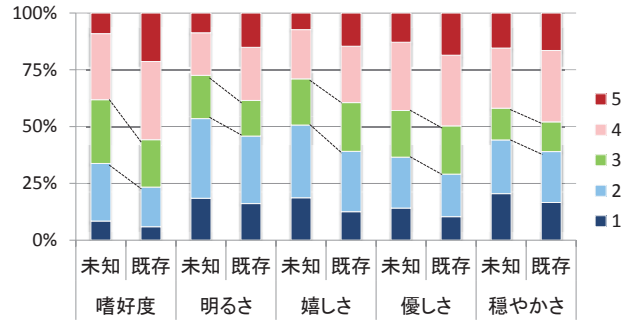


図 3: 評価用楽曲の評価の内訳

さでは未知楽曲、明るさ、嬉しさでは既知楽曲で評価値の偏りが少ない。以上のことから、生成楽曲への感性の反映度合は、評価用楽曲の評価の偏りに影響される可能性が高い。

5. おわりに

本研究では、評価用楽曲の既知性と、評価値の付与にかかった時間が感性モデルに与える影響を明らかにし、楽曲生成に適した感性モデル獲得手法を検討した。評価実験の結果、感性モデルの獲得では、未知楽曲を評価対象曲とした場合で、モチーフの感性モデルを多く得ることができ、gain は既知楽曲を評価対象曲として使用したときにモチーフ、和音進行で大きい値を得ることができた。また、評価値の付与にかかった時間を考慮したことにより、枠組構造の感性モデルを多く獲得することができたが、モチーフの感性モデルは従来手法の方が多くのルールを獲得した。生成した楽曲に対しての評価では、既知楽曲を評価対象曲として使用した場合の方が、正方向と負方向の評価に少し差がでたが、全体的に評価が負方向に偏るなど明確な差異はあまり見受けられなかった。

今後は、評価に迷った楽曲の定義についての検討を続ける必要がある。また、本研究では、楽曲の未知性と既知性の違いを調べるため、枠組構造の要素であるメロディや和音の音色はすべてピアノで統一したが、音色の違いが枠組構造の感性モデルに与える影響を明らかにする必要がある。

謝辞

本論文は、平成 26 年度物質・デバイス領域共同研究拠点における共同研究課題 (2014328)、および科研費基盤研究 (C)26330318 の研究成果の一部を取りまとめたものである。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

[Legaspi 07] Legaspi, R., Hashimoto, Y., Moriyama, K., Kurihara, S., and Numao, M.: Music Compositional Intelligence with an Affective Flavor, in *Proc. of ACM International Conference on Intelligent User Interfaces*, pp. 216–224 (2007)

[Otani 14] Otani, N., Shirakawa, S., and Numao, M.: Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression Consisting of Four Parts for a Music Composition System, in *Proceedings of PRICAI'2014, LNAI 8862*, pp. 849–855 (2014)