

個人の嗜好に合わせた高揚曲の自動生成

大谷 紀子^{1,a)} 饗庭 絵里子² 沼尾 正行³

概要: 本研究では、聴くと気分が高まるような楽曲の自動生成手法を提案する。ユーザにより指定された「聴くと気分が高まる楽曲」と「聴いても気分が高まらない楽曲」に基づいて帰納論理プログラミングにより感性モデルを獲得し、進化計算アルゴリズムにより感性モデルに即した楽曲を生成する。楽曲生成のたびにユーザに負担をかけることなく、異なる楽曲を繰り返し生成することができる。評価実験では、被験者に対する「聴くと気分が高まる楽曲」と「聴いても気分が高まらない楽曲」を生成し、提案手法によって効率よく制作意図に即した楽曲が生成されることを検証する。

1. はじめに

自動作曲を目的として、これまでにさまざまな手法やシステムが提案されてきた。自動作曲システムの用途としては、作曲家が創作の幅を広げたり、大量の楽曲を生成する労力を軽減したりすることが挙げられる。しかし、近年、インターネットを介した情報発信手段の拡大や、パソコンでの映像編集やCG作成が可能なソフトウェアの普及により、一般の人々がさまざまなデジタルコンテンツを制作するようになり、自身が制作したデジタルコンテンツに独自の音楽を付与したいという需要が高まっている。この状況を鑑みると、音楽の専門的な知識や技能を持たない一般の人が手軽に新たな楽曲を創作することも、自動作曲システムの重要な用途といえる。

楽曲を生成する際には、生成される楽曲に対して特定の意図やイメージをもっていることが多く、楽曲を映像や画像に付与して1つの作品に仕上げるときには特にその傾向が強いといえる。自分の制作意図を反映した楽曲を生成するための手法として、対話型進化計算 (Interactive Evolutionary Computation; IEC) を適用した自動作曲手法が提案されている [1], [2]。IECでは、人間とコンピュータのインタラクションにより進化計算における適応度を算出するため、楽曲を生成するたびにユーザへの労力および作業時間の負担がかかる。

IECとは異なるアプローチで個人の感性に影響を与えるような音楽構造を明らかにし、ユーザに適応しながら音楽コンテンツを生成する構造的適応ユーザインタフェース (Constructive Adaptive User Interface; CAUI) が提案されており [3]、CAUIの枠組みのもとで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 [4], [5], [6]。これらの研究では、帰納論理プログラミング (Inductive Logic Programming; ILP) を用いて個人の感性モデルを獲得し、遺伝的アルゴリズムや共生進化、ハーモニーサーチなどの進化計算アルゴリズムにより、感性モデルに即した楽曲を生成している。感性モデル獲得に使用する訓練例を作成するために、ユーザは既存楽曲を評価しなければならないが、一度生成された感性モデルは、ユーザの嗜好が変わらない限り変更する必要がなく、進化計算アルゴリズムによりユーザに負担をかけることなく異なる楽曲を生成することができる。

一方、人間力を活性化する手法の開発が進められており [7]、コミュニケーションや深睡眠による活性化に加え、音楽、すなわち聴覚からの刺激による活性化の可能性について検討されている。さまざまな生活シーンや目的に応じた最適な音楽コンテンツの自動生成を目指して、研究が進められている。

本研究では、聴くと気分が高まるような楽曲の自動生成手法を提案する。以降では、聴いたときに気分が高まる曲を高揚曲、気分が高まらない曲を沈鬱曲と呼ぶ。提案手法は、共生進化に基づいて起承転結の構成をもつ楽曲を生成する先行研究 [6] の手法を基本とする。ユーザにより指定された既存の高揚曲と沈鬱曲に基づいて感性モデルを獲得し、進化計算アルゴリズムにより感性モデルに即した新たな高揚曲を生成する。

¹ 東京都市大学メディア情報学部

Faculty of Informatics, Tokyo City University

² 電気通信大学大学院情報システム学研究所

Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications

³ 大阪大学産業科学研究所

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

a) otani@tcu.ac.jp

表 1 枠組構造の構成要素

Table 1 Features of a Frame Structure.

要素名	値
主音 (長調)	C, G, D, A, E, B, F \sharp , C \sharp , F, B \flat , E \flat , A \flat , D \flat , A \flat , A, A \sharp , B \flat , B
主音 (短調)	A, E, B, F \sharp , C \sharp , G \sharp , D \sharp , A \sharp , D, G, C, F, B \flat , E \flat , A \flat
音階	C, G, D, A, E, B, F \sharp , C \sharp , F, B \flat , E \flat , A \flat , D \flat , G \flat , C \flat
調	major, minor
速さ	largo, adagio, andante, moderato, allegretto, allegro, presto

表 2 和音の構成要素

Table 2 Features of a Chord.

要素名	値
根音	I, II, III, IV, V, VI, VII
タイプ	M, m, mb5, aug, b5, sus4, 7, m7, M7, mM7, dim, dim7, m7(b5), 7sus4, 6, m6
テンション	-, add9, b9, 9, #9, 11, #11, b13, 13

2. 高揚曲の生成手法

特定の個人のための高揚曲を生成する際の楽曲の表現方法、および生成手順について以下で概説する。演奏する楽器によって楽曲の印象は大きく異なると考えられるが、本研究では和音進行の音高および音価に主眼を置くため、演奏楽器はすべてピアノで統一する。また、生成する高揚曲の調として長調または短調が指定されるものとし、拍子は4分の4拍子とする。

2.1 楽曲の表現

本研究における楽曲は、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。和音進行を構成する和音の最小単位は4分音符、メロディとベースパートを構成する音の最小単位は8分音符とする。枠組構造は、楽曲の主音、音階、調、速さという4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、タイプ type、テンション tension の3要素の組 (root, type, tension) として表現される。枠組構造と和音の構成要素としてとり得る値をそれぞれ表 1、表 2 に示す。

楽曲は Prolog の節形式で表現する。楽曲を表す述語 music の記述例を図 1 に示す。ここで、song_frame は枠組構造を表す述語、bar は小節を表す述語である。

2.2 生成手順

高揚曲の生成手順を図 2 に示す。まず、楽曲生成対象である聴者にとって高揚曲、あるいは沈鬱曲である既存楽曲を用意する。集められた高揚曲と沈鬱曲のうち、生成する高揚曲の調に合っているものを訓練例、各楽曲に関する記

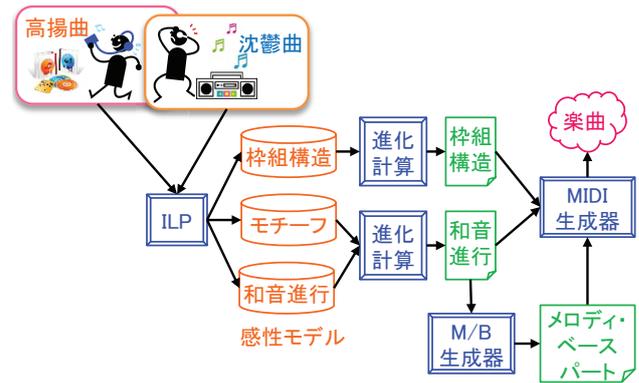


図 2 高揚曲生成手順

Fig. 2 Procedure to Compose an Uplifting Musical Piece.

述を背景知識として、ILPにより高揚曲と沈鬱曲の枠組構造、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、高揚曲と沈鬱曲の枠組構造の感性モデルに基づいて高揚曲の枠組構造を生成するとともに、高揚曲と沈鬱曲のモチーフと和音進行の感性モデルに基づいて高揚曲の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高揚曲とする。

2.3 感性モデルの獲得

枠組構造、モチーフ、和音進行に関する感性モデルをそれぞれ ILPにより獲得する。モチーフとは、楽曲を構成する最小単位であり、基本的に2小節からなるとされる。モチーフに関する感性モデルは西川ら [8]により提案されたものであり、和音進行をモチーフの組合せとみなし、和音進行とモチーフに関する感性モデルを和音進行の生成に活用することで、楽曲の展開や構成といった全体構造を考慮することができる。

感性モデルは、訓練例として与えられた高揚曲または沈鬱曲に共通する複数のルールから構成される。高揚曲を正例、沈鬱曲を負例とした場合に ILP で得られるルールは、高揚曲で満たされ、沈鬱曲では満たされないようなルールである。これらの集合を高揚曲の感性モデルとする。逆に、沈鬱曲を正例、高揚曲を負例とした場合には、沈鬱曲で満たされ、高揚曲では満たされないルールが獲得される。これらの集合が沈鬱曲の感性モデルとなる。背景知識としては、訓練例である既存楽曲の枠組構造と和音進行が与えられる。

高揚曲に関する感性モデルのルールの例を図 3 に示す。各ルールは Prolog の節形式で記述される。述語 frame の節は、速度がアレグロであるような枠組構造の感性モデルのルールを表す。述語 motif の節は、1小節目がIV度 major の和音2拍分と任意の和音2拍分、2小節目が任意の和音4拍分となるモチーフの感性モデルのルールを表

```
music(
  song_frame(c,c,major,allegro),
  [bar((i,major,null),(ii,minor,add_ninth),(vi,minor,null),(ii,minor,null)),
   bar((v,major,null),(i,major,add_ninth),(ii,minor,null),(vi,minor,null)),
   bar((v,major,null),-(iv,major,null),(v,seventh_sus_fourth,null)),
   bar((i,sixth,null),(iv,major,null),(vi,minor,null),(i,major,null)),
   bar((vi,minor,null),(v,major,null),(iii,minor,null),(iii,minor,null)),
   bar((iii,minor,null),(v,seventh,null),(ii,seventh_sus_fourth,null),(iii,minor,null)),
   bar((i,major,null),(ii,minor,add_ninth),(vi,minor,null),(ii,minor,null)),
   bar((iv,major,null),(v,major,null),(v,seventh,null),(i,major,null))]
).
```

図 1 楽曲の記述例

Fig. 1 Example of a Musical Piece Description.

```
frame(uptlifting,A) :-
  tempo(A,allegro).
motif(uptlifting,A) :-
  motif(A,bar((iv,major),-,-,-),bar(-,-,-,-)).
chords(uptlifting,A) :-
  has_chord(A,B,C),root(C,vi),type(C,minor),
  next_to(A,B,D,_),
  has_chord(A,D,E),root(E,vi).
```

図 3 感性モデルの例

Fig. 3 Examples of Personal Sensibility Models.

す。述語 `chords` の節は、1 拍目の和音が VI 度 minor, 2 拍目の和音が VI 度となる和音進行の感性モデルのルールを表す。

2.4 枠組構造の生成

枠組構造は遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) により生成する。枠組構造の各構成要素を表す 4 つの遺伝子で染色体を構成し、2 点交叉と突然変異により進化させる。解候補である個体 I の適応度は式 (1) で算出する。

$$fit(I) = \sum_{r \in F} c(r)n(I,r) - \sum_{r \in F'} c(r)n(I,r) \quad (1)$$

ここで、 F と F' はそれぞれ高揚曲と沈鬱曲の枠組構造に関する感性モデルであり、 r は F または F' に含まれるルールを表す。 $c(r)$ はルール r が感性モデル生成時に被覆していた正例の数であり、 $n(I,r)$ は解候補 I においてルール r が満たされるとき 1, 満たされなるとき 0 となる。これにより、高揚曲の感性モデルに合致し、沈鬱曲の感性モデルに合致しない枠組構造が生成される。

2.5 和音進行の生成

和音進行生成には共生進化を適用する。共生進化 (Symbiotic Evolution) は、Moriarty らが提案した GA の 1 手法であり [9], 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、最適解に含まれ得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。和音進行はモチーフの組合せで表現されることから、モチーフを部分解、和音進行を全体解として共生進化を適用することで、目的の和音進行を効率よく生成することができる。

大谷ら [6] は、起承転結の構成を持つ楽曲の生成に共生進化を適用している。起承転結は、日本の学校教育で文章の構成として取り上げられることが多く、日本人にとっては親しみやすい構成の 1 つとなっている。本研究においても、同様の染色体設計、個体集団構成、進化戦略を採用し、和音進行を生成する。

部分解 P の適応度 $pfit(P)$ と全体解 W の適応度 $wfit(W)$ は、それぞれ式 (2), 式 (3) で算出する。

$$pfit(P) = \max_{P \in W} (wfit(W)) \quad (2)$$

$$wfit(W) = \sum_{P \in W} \{mm(P) + built(P)\} + cm(W) + built(W) + form(W) \quad (3)$$

ここで、 $P \in W$ は全体解 W が部分解 P を含んでいることを意味する。部分解 P の適応度は、 P を含んでいる全体解の中で、最良の全体解の適応度と同じ値となる。 $built(P)$, $built(W)$ は音楽理論の禁則に関するペナルティ関数であり、連続する 2 つの和音が不自然な並びである場合に負の値をとることで、不自然な和音進行の発生を抑制する。 $form(W)$ は起承転結の構成に関する評価関数であり、式 (4) により定義される。

$$form(W) = form(W, 1) + form'(W, 2) + form'(W, 3) \quad (4)$$

$$form(W, i) = \begin{cases} 20 & \frac{2}{3} \leq rate(W, i) \\ 10 & \frac{1}{2} \leq rate(W, i) < \frac{2}{3} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$form'(W, i) = \begin{cases} 20 & rate(W, i) \leq \frac{1}{3} \\ 10 & \frac{1}{3} < rate(W, i) \leq \frac{1}{2} \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (6)$$

$$rate(W, i) = \frac{match(W, i)}{note(W, i) \times 3} \quad (7)$$

ここで、 $match(W, i)$ と $note(W, i)$ は、全体解 W を 4 等分した部分のうち、 i 番目の部分と $i+1$ 番目の部分の対応する音符を比較することで算出される。 $match(W, i)$ は **root**, **type**, および **tension** の一致した数を表す。 $note(W, i)$ は “.” 以外の音符の数である。 $form(W, i)$ は $rate(W, i)$ が大きいほど大きく、 $form'(W, i)$ は $rate(W, i)$ が小さいほど大きな値になる。すなわち、 $form(W, i)$ は、「起」の部分が「承」の部分に似ていると大きく、「転」の部分が「承」の部分と「結」に似ていないと大きな値になる。

$mm(P)$, $cm(W)$ はそれぞれ部分解 P , 全体解 W の感性モデルへの適合度であり、式 (8), 式 (9) で算出する。

$$mm(P) = \sum_{r \in M} c(r)n(P, r) - \sum_{r \in M'} c(r)n(P, r) \quad (8)$$

$$cm(W) = \sum_{r \in C} c(r)n(W, r) - \sum_{r \in C'} c(r)n(W, r) \quad (9)$$

ここで、 M , M' はそれぞれ高揚曲と沈鬱曲のモチーフに関する感性モデルであり、 C , C' はそれぞれ高揚曲と沈鬱曲の和音進行に関する感性モデルである。

また、 $c(X_i, j)$ は感性モデル X_i の j 番目のルールが感性モデル生成時に被覆していた正例の数、 $n(X, X_i, j)$ は X において感性モデル X_i の j 番目のルールを満たす箇所の個数、 $r(X_i)$ は感性モデル X_i に含まれるルールの個数を表す。

r は感性モデルに含まれるルール、 $c(r)$ はルール r が感性モデル生成時に被覆していた正例の数、 $n(X, r)$ は X においてルール r が満たされる部分の数を表す。これにより、高揚曲の感性モデルに合致し、沈鬱曲の感性モデルに合致しない解候補が高く評価される。

2.6 メロディとベースパートの生成

生成された和音進行に基づき、メロディとベースパートを生成する。まず、メロディのリズム、すなわち発音箇所をランダムに決定し、各発音時に演奏される和音の構成音、枠組構造から得た主音と音階の構成音など、調和する音の中からランダムに 1 つを選択して、当該音の音高とする。ベースパートは、和音進行の各和音の根音を 8 分音符で演奏するものとする。

3. 評価実験

前節の高揚曲生成手法において、高揚曲の感性モデルと沈鬱曲の感性モデルを入れ替えて楽曲を生成すると、沈鬱曲を生成することができる。評価実験では、被験者 2 名に

表 3 訓練例数

Table 3 Numbers of Training Examples.

		(a) 長調の楽曲		
		被験者 A		
		高揚曲	沈鬱曲	未選択
被験者 B	高揚曲	1	0	3
	沈鬱曲	0	3	8
	未選択	0	0	11
		(b) 短調の楽曲		
		被験者 A		
		高揚曲	沈鬱曲	未選択
被験者 B	高揚曲	7	5	4
	沈鬱曲	0	4	0
	未選択	1	1	2

対して長調の高揚曲、短調の高揚曲、長調の沈鬱曲、短調の沈鬱曲をそれぞれ 5 曲ずつ生成し、両被験者に生成した全 40 曲を評価させることで、提案手法の妥当性を検証する。感性モデル獲得には ILP システム FOIL[10] を使用し、生成する曲の長さは 8 小節とした。

感性モデルの獲得に使用する高揚曲と沈鬱曲は、実験者が用意した 50 曲の中から被験者に選択させた。各曲は国内外のポップス、クラシック、テレビドラマの主題曲など、一般に広く知られている曲のサビの部分であり、ハ長調とニ長調の曲が各 3 曲、その他 22 種の調の曲が各 2 曲ずつ含まれている。

被験者 A と被験者 B が高揚曲と沈鬱曲として選択した曲数、およびいずれにも選択しなかった曲数を長調と短調に分けて表 3 に示す。両被験者にとって高揚曲、沈鬱曲となる曲がある程度はあるものの、両被験者の嗜好は異なっていることがわかる。特に、短調の楽曲において、被験者 A が沈鬱曲とし、被験者 B が高揚曲とした楽曲が 5 曲ある点が大きな相違点である。

生成された楽曲が被験者にとって高揚曲となっている度合いを調査するため、「この楽曲を聴くと気分が高まりますか？」という問いに対し、「とても高まる」を 5、「高まる」を 4、「どちらでもない」を 3、「高まらない」を 2、「まったく高まらない」を 1 とし、5 段階で回答させた。評価曲の生成対象、評価者、楽曲の種類、および調ごとの評価値の平均を表 4 に示す。

いずれの被験者および調においても、自分に対して生成された高揚曲の評価は中間値である 3 以上の値となっている。沈鬱曲の評価値と比較してもすべて高くなっており、有意水準 5% での t 検定においても有意差が確認された。また、他の被験者に対して生成された高揚曲への評価値は、自分に対して生成された高揚曲への評価値以下となっており、被験者 A の長調の高揚曲以外では、有意水準 5% での t 検定において有意差が確認された。被験者 A の長調の高揚曲で有意な差が見られなかったのは、提示された既存楽

表 4 評価値の平均
Table 4 Average Scores.

評価曲の生成対象		自分		他被験者	
評価者		A	B	A	B
高揚曲	長調	4.0	4.0	4.0	2.4
	短調	4.0	3.4	2.2	1.0
沈鬱曲	長調	2.2	2.6	2.2	2.8
	短調	3.2	2.2	1.8	3.6

曲には被験者 A にとって高揚曲と感じられる長調の楽曲が 1 曲しかなかったことが原因と考えられる。

また、被験者 A の短調の沈鬱曲以外では、自分に対して生成された沈鬱曲の評価は、他の被験者に対して生成された沈鬱曲の評価より有意水準 5% で有意に小さいとの結果が得られた。被験者 B が被験者 A のための短調の沈鬱曲に高い評価値を付けたのは、訓練例の対象として提示された楽曲のうち、被験者 A が沈鬱曲とし、被験者 B が高揚曲とした短調の楽曲が訓練例に 5 曲含まれていることの現れと考えられる。

両被験者のために生成された短調の高揚曲の例を図 4 に示す。図 4(a) の曲に対し、被験者 A は 4、被験者 B は 1 の評価値を付けた。また、図 4(b) の曲に対し、被験者 A は 2、被験者 B は 5 の評価値を付けている。曲調のまったく異なる楽曲であるが、それぞれ自分に対して生成された楽曲を高く評価していることから、嗜好の異なる被験者に対して、それぞれの気分を高められる楽曲を提案手法によって生成できたといえる。

4. おわりに

本研究では、聴くと気分が高まるような高揚曲の自動生成手法を提案した。評価実験の結果から、提案手法により個人の嗜好に合わせた高揚曲の生成が可能であることを確認した。今後は、さらに多くの被験者により提案手法の有効性を検証する必要がある。

今回の評価実験では、背景知識の作成労力の問題から、実験者が用意した既存楽曲の中から訓練例とする高揚曲と沈鬱曲を被験者に選択させた。聴者が自由に訓練例を提供できると、より嗜好に即した高揚曲の生成が期待できる。そのためには、MIDI 等の楽曲ファイルから背景知識を自動生成する技術が求められる。また、土屋ら [11] は、訓練例が既知楽曲である場合と未知楽曲である場合の相違について指摘している。より効果的に聴者の気分を高められるような楽曲を生成するために、高揚曲の生成に適した訓練例楽曲の種類や数などについて検討を進めていく。

謝辞 本論文は、物質・デバイス領域共同研究拠点における共同研究課題 2015385、および科研費基盤研究 (C)26330318 の研究成果の一部をまとめたものである。

参考文献

- [1] Unehara, M. and Onisawa, T.: Music Composition by Interaction between Human and Computer, *New Generation Computing*, Vol. 23, No. 2, pp. 181–191 (2005).
- [2] Ando, D., Dahlstedt, P., Nordahl, M. and Iba, H.: Computer Aided Composition by Means of Interactive GP, *Proc. of International Computer Music Conference*, pp. 254–257 (2006).
- [3] Numao, M., Takagi, S. and Nakamura, K.: Constructive Adaptive User Interfaces - Composing Music Based on Human Feelings, *Proc. of the 18th National Conference on Artificial Intelligence*, California, AAAI Press, pp. 193–198 (2002).
- [4] Legaspi, R., Hashimoto, Y., Moriyama, K., Kurihara, S. and Numao, M.: Music Compositional Intelligence with an Affective Flavor, *Proc. of the 12th International Conference on Intelligent User Interfaces*, New York, ACM Press, pp. 216–224 (2007).
- [5] Otani, N., Tadokoro, K., Kurihara, S. and Numao, M.: Generation of Chord Progression Using Harmony Search Algorithm for a Constructive Adaptive User Interface, *Proc. of 13th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, LNAI 7458*, pp. 400–410 (2012).
- [6] Otani, N., Shirakawa, S. and Numao, M.: Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression Consisting of Four Parts for a Music Composition System, *Proc. of 14th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, LNAI 8862*, pp. 849–855 (2014).
- [7] 松本和彦：人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進/豊かな社会の構築, 生産と技術, Vol. 66, No. 4, pp. 76–77 (2014).
- [8] 西川敬之, 大谷紀子, 福井健一, 森山甲一, 栗原 聡, 沼尾正行：楽曲の部分構造と全体構造を考慮した自動作曲システム, 第 23 回人工知能学会全国大会予稿集, 1F1-1 (2009).
- [9] Moriarty, D. and Miikkulainen, R.: Efficient Reinforcement Learning through Symbiotic Evolution, *Machine Learning*, Vol. 22, pp. 11–32 (1996).
- [10] Quinlan, J.: Learning Logical Definitions from Relations, *Machine Learning*, Vol. 5, pp. 239–266 (1990).
- [11] Tsuchiya, N., Koori, T., Numao, M. and Otani, N.: Training Dataset to Induce the Personal Sensibility Model for a Music Composition System, *Proc. of International Workshop of Informatics*, pp. 193–197 (2015).

♩ = 167

Melody

Chord

Bass

5

8

Detailed description: This musical score is for piece (a), composed for subject A. It is in 4/4 time with a tempo of 167 BPM. The key signature has three sharps (F#, C#, G#). The score consists of two systems of three staves each. The first system starts at measure 5 and ends at measure 8. The second system starts at measure 9 and ends at measure 12. The Melody staff uses a treble clef and contains a sequence of eighth and quarter notes. The Chord staff uses a bass clef and features block chords with some notes beamed together. The Bass staff uses a bass clef and contains a steady eighth-note bass line.

(a) 被験者 A のために生成された短調の高揚曲

♩ = 121

Melody

Chord

Bass

5

8

Detailed description: This musical score is for piece (b), composed for subject B. It is in 4/4 time with a tempo of 121 BPM. The key signature has two flats (Bb, Eb). The score consists of two systems of three staves each. The first system starts at measure 5 and ends at measure 8. The second system starts at measure 9 and ends at measure 12. The Melody staff uses a treble clef and contains a sequence of eighth and quarter notes. The Chord staff uses a treble clef and features block chords with some notes beamed together. The Bass staff uses a bass clef and contains a steady eighth-note bass line.

(b) 被験者 B のために生成された短調の高揚曲

図 4 生成された短調の高揚曲

Fig. 4 Composed Uplifting Musical Pieces.