

東京都市大学メディア情報学部

2018 年度卒業研究

IGA を使用した水野式黒鍵作曲法に基づく 作曲システム

メディア情報学部 情報システム学科 1572102

渡邊稜祐

指導教員 大谷紀子 教授

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	先行研究	2
第 3 章	遺伝的アルゴリズム	4
3.1	概要	4
3.2	染色体表現	4
3.3	個体の評価	4
3.4	親個体の選択	5
3.5	交叉	5
3.6	突然変異	6
3.7	進化戦略	6
3.8	順序表現	6
3.9	IGA	7
第 4 章	水野式黒鍵作曲法	9
第 5 章	IGA を使用した作曲システム	11
5.1	概要	11
5.2	染色体表現	11
5.2.1	アルペジオ	11
5.2.2	コード	11
5.2.3	ベースライン	13
5.2.4	メロディ	13
5.3	次世代生成	13
5.3.1	交叉と予備実験	14
5.4	最終出力	16
第 6 章	評価実験	17
第 7 章	考察	19

第 8 章 おわりに	20
謝 辞	21
参 考 文 献	22
付 録 A アンケートフォーム	23
付 録 B 被験者の自由記述	26

第1章 はじめに

感性とは外からの印象を受け入れる能力であり，個人によってどのように受け入れるかは多種多様である．現在，個人の感性に即した楽曲を自動生成するシステムの研究が進められている [大谷 14]．ユーザがシステムに内蔵された楽曲を選択し，楽曲から抽出された特徴を元に曲を生成する．さまざまな感性への適合を可能にするためには，多くの楽曲を選択肢として提示することが望ましい．しかし，システムで使用する楽曲のデータを用意するのは簡単ではなく，楽曲の選択肢を増やすのは難しい．

機械的な手順で作曲できる方法に水野式黒鍵作曲法 [水野 07] がある．水野式黒鍵作曲法では，アルペジオ，コード，ベースライン，メロディで構成される曲を生成する．アルペジオは本来演奏方法を指すが水野式黒鍵作曲法では楽曲の構成要素として扱う．各パートでは黒鍵の音のみ用いられるので，増8度音程，短2度音程が発生せず，濁った音のない曲を作成できる．水野式黒鍵作曲法では音楽の専門知識を持たなくても作曲することができるが，個人の感性を反映できない．

本研究では，既存楽曲のデータを必要としないシステムによる，ユーザの感性に即した楽曲の生成を目的とする．遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) の一種である対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm; IGA) と水野式黒鍵作曲法を使用した自動作曲システムを構築する．

第2章 先行研究

現在，個人の感性に即した楽曲を自動生成するシステムの研究が進められている．本章では大谷らの研究 [大谷 14] について説明する．

楽曲を生成する手順として，ユーザに既存楽曲を聴かせ，それぞれの楽曲を評価させる．評価結果と既存楽曲のデータに基づき帰納論理プログラミングを用いて，枠組構造，モチーフ，和音進行の感性モデルを獲得する．次に各感性モデルに基づき進化計算アルゴリズムによって楽曲を生成する．

既存楽曲のデータには，キー，BPM，メロディの各音の音高と音価，和音進行の各和音のコードネームと音価が含まれている．図 2.1 に示した楽譜のメロディのデータを表 2.1，和音進行のデータを表 2.2 に示す．メロディのデータにおいて，オクターブは中央のオクターブを 5 として表現し，音価の値は 4 分の 1 拍の長さを 1 とする．和音のデータの音価は 1 拍の長さを 1 とする．現行のシステムが用いる楽曲データはすべて手作業で入力されている．したがって多くの楽曲を選択肢として提示するためには膨大な作業を必要とする問題がある．



図 2.1: データ例の楽譜

表 2.1: メロディのデータ例

オクターブ	音名	音価
5	G#	4
5	A	2
5	B	6
-1	rest	2
5	G#	2
5	G#	2
5	B#	4
6	C#	4
6	D#	4
6	F#	2
6	F#	4
6	E	2
6	E	18
-1	rest	8

表 2.2: 和音進行のデータ例

ルート	タイプ	音価
E		4
G#	7	4
C#	m	4
E	7	4

第3章 遺伝的アルゴリズム

本章では，提案システムで使用する遺伝的アルゴリズムについて概説する．

3.1 概要

GA とは，複数の解の候補から制約条件を満たし，最適解と呼ぶ目的の値が最大または最小になる値を求める最適解探索アルゴリズムである．生物が環境に適応し進化する過程を模倣し，解の候補を生物の染色体に見立てて無作為に複数生成して，個体の評価，交叉，突然変異による次世代の生成を繰り返すことで最適解を探索する．GA の処理手順を図 3.1 に示す．最適解を求めるためにすべての解の候補を調べる全探索があるが，解の候補の数が膨大であれば探索の時間がかかり実用的ではない．GA では最適解に近い値を短時間で求めることが可能である．

3.2 染色体表現

生物の持つ染色体には個体の形質を決める遺伝子が含まれている．GA では解の候補である染色体を配列，解の構成要素となる遺伝子を配列の要素で表現し，染色体の遺伝子が配置される場所を遺伝子座と呼ぶ．また配列で表された解を遺伝子型，配列を問題での意味に変換したものを表現型と呼ぶ．例として，ナップサック問題の染色体表現を考える．容量に制限のあるナップサックへ価値や体積の異なる複数の物品を入れるとき，価値の合計が最大になるような組み合わせを求める問題である．物品が全部で 5 つあった場合の解の例を図 3.2 に示す．遺伝子型が 01001 と表された配列で，表現型が物品 2 と物品 5 をナップサックに入れるという意味になる．

探索を開始する際には，無作為に遺伝子を設定した個体を複数生成する．個体数が増えることで広い範囲から探索を始めることが可能になり，局所解に陥る可能性が減少する．しかし，計算量も増加するので問題によって調整する必要がある．

3.3 個体の評価

生成された個体が環境に適応している度合，すなわち染色体を表現型に直したときの問題の解として良さを適応度と呼ぶ．また，適応度を求める関数を適応度関数と呼ぶ．適応度関数は，問題の目的関数をそのまま使用する場合や，制約違反のある個体の適応度が変動するように設

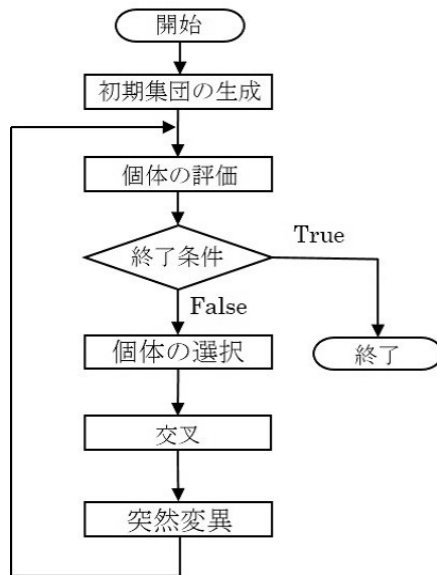


図 3.1: GA の処理手順

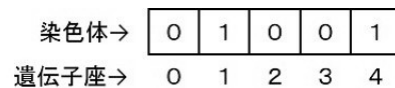


図 3.2: 染色体の表現例

定する場合がある．問題や適応度関数によって，適応度の値が大きい場合を良い解とするか，小さい場合を良い解とするかが異なる．

3.4 親個体の選択

環境に適応できた生物は次世代に子孫を残しやすくなり，有性生物であれば2つの個体の形質を受け継いだ子が生まれる．GA では2つの個体が選択され次世代の個体の元となる．各個体の適応度が良ければ選択される確率が高くなる．しかし，GA では個体に雌雄の区別を付けずに選択する．個体の代表的な選択方法にルーレット選択，ランキング選択，トーナメント選択がある．ルーレット選択は各個体の持つ適応度の比を確率にして選択する．ランキング選択は適応度を元に各個体に順位をつけ，それぞれの順位に対応する選択確率を設定する．トーナメント選択は無作為に取り出したいくつかの個体のうちの最優良個体を親とする．

3.5 交叉

選択された2つの親個体の染色体を交叉させることで，両方の形質を持った次世代の個体を生成する．単純な方法として一点交叉がある．交叉点と呼ばれる無作為に選択した遺伝子間の

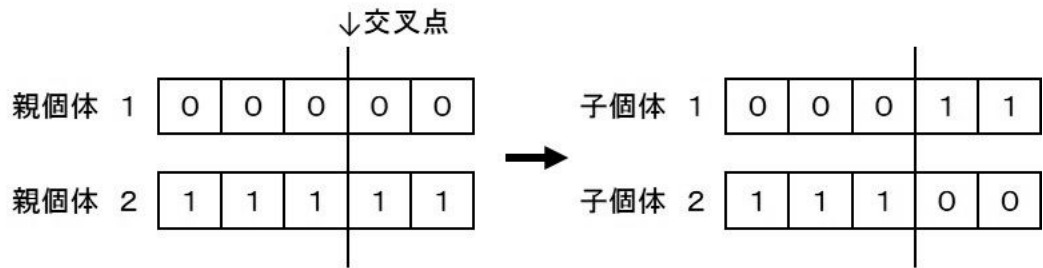


図 3.3: 一点交叉の例

場所から，もう一方の親個体の遺伝子と交換してできた染色体を子個体にする．一点交叉の例を図 3.3 に示す．交叉点は複数設定する場合もある．

3.6 突然変異

交叉によって生成された個体の遺伝子を確率で別の遺伝子に変更する．すなわち突然変異の起こった遺伝子座には親個体のどちらも持たない遺伝子に変更される．したがって局所最適解への収束を避けることができる．しかし，突然変異の発生確率によっては，親からの優良な遺伝子列が失われる場合がある．

3.7 進化戦略

適応度の良い個体が親として新しい個体を生成したとき，親の組み合わせや，交叉の方法によっては親の形質が引き継がれず適応度が悪化する可能性がある．適応度の高い個体を失わないために，最優良個体の染色体を保存して次世代の個体集団に加える，エリート保存と呼ぶ戦略がある．

3.8 順序表現

最適化問題の解において順列や制約のある組み合わせを表現する場合がある．代表的な例に巡回セールスマン問題がある．複数の都市すべてを効率良く巡る経路の探索を目的とする．遺伝子で各都市を表現し，染色体内の遺伝子の順番を巡回順とする，パス表現と呼ばれる解の表現がある．パス表現の例を図 3.4 に示す．パス表現では，交叉後に 1 染色体内に同じ遺伝子が含まれる可能性がある．例を図 3.5 に示す．すべての箇所を巡るという制約に対して経路に同じ箇所があると解として相応しくない．

解決策として，順序表現という表現方法を用いる．順序表現では， i 番目の遺伝子を 1 以上 $5 - i + 1$ 以下の整数とし，未訪問の都市に整数で順序を付けたリストを使用して，遺伝子型を表現型に変換する．変換手順の例を図 3.6 に示す．

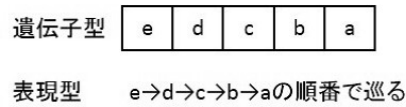


図 3.4: パス表現の例

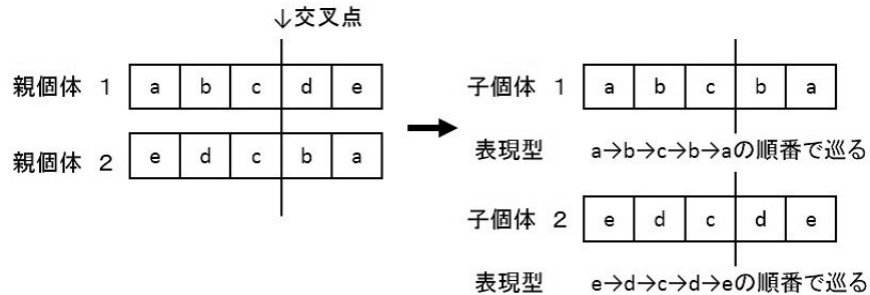


図 3.5: パス表現での交叉の例

1. 1 つ目の遺伝子は 2 なので、順序リストの 2 番目の都市 b を 1 番目の訪問先とする。
2. リストから都市 b を削除し、残りの都市の順序を再定義する。
3. 2 つ目の遺伝子は 3 なので、順序リストの 3 番目の都市 d を 2 番目の訪問先とする。
4. リストから都市 d を削除し、残りの都市の順序を再定義する。
5. 3 つ目の遺伝子は 3 なので、順序リストの 3 番目の都市 e を 3 番目の訪問先とする。
6. リストから都市 e を削除し、残りの都市の順序を再定義する。
7. 4 つ目の遺伝子は 2 なので、順序リストの 2 番目の都市 c を 4 番目の訪問先とする。
8. リストから都市 c を削除し、残りの都市の順序を再定義する。
9. 5 つ目の遺伝子は 1 なので、順序リストの 1 番目の都市 a を 5 番目の訪問先とする。

以上の手順で表現すると、通常の交叉によって制約条件を満たさない解が生成されない。

3.9 IGA

IGA とは GA の処理の一部である適応度関数による個体の評価を人間による個体の評価に代えて探索する方法である。適応度関数の設定が難しい人間の好みに基づく画像生成などに対して用いられる。人間がすべての個体を評価するので、評価と操作による疲労が発生することを踏まえ、1 世代の個体数と次世代生成の回数を設定する必要がある。

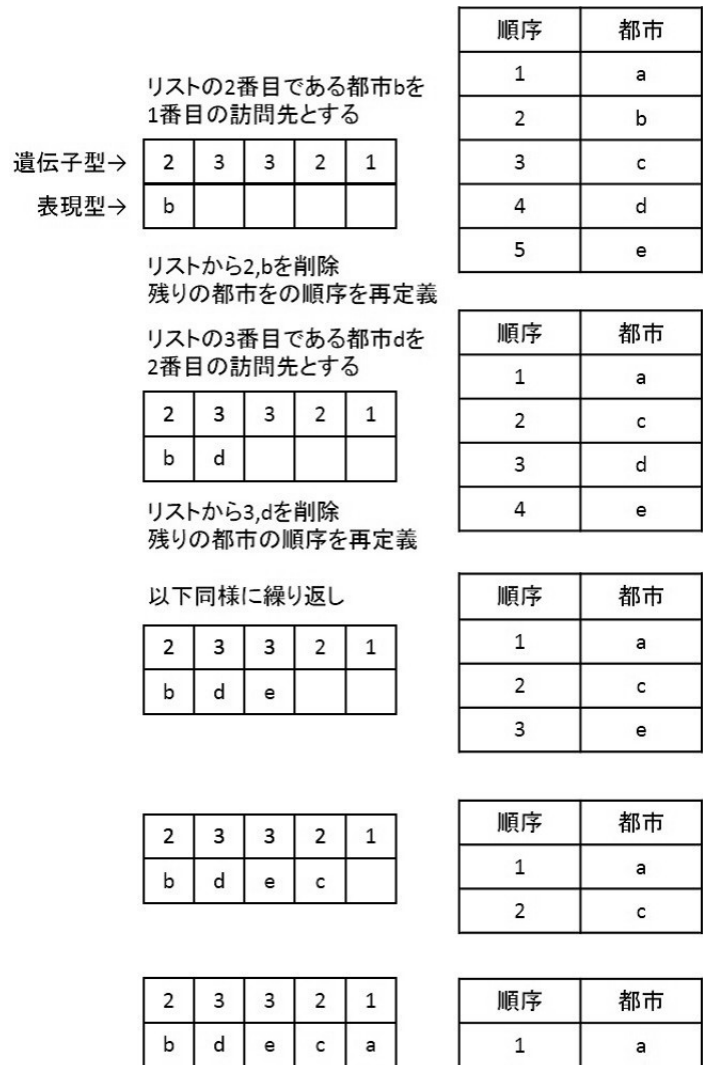


図 3.6: 遺伝子型から表現型への変換

第4章 水野式黒鍵作曲法

水野正敏氏は、作曲を難しいと感じる人が作曲法を通じて音楽理論を理解することを目的として、著書『水野式作曲メソッド解体新書』[水野 07] おいて、4つの作曲法を解説している。各作曲法はポピュラー音楽を対象としており、まずは自分で曲を作る楽しみを実感することが重要であるという趣旨に基づいて、著書の冒頭で水野式黒鍵作曲法を紹介している。音楽理論を必要とせず、鍵盤の黒鍵のみを用いる作曲法である。黒鍵の音高のみを使用する利点に、不協和音程である短2度、増8度が楽曲に現れなくなるという点がある。また、各パートにおいて音の長さ、使用する黒鍵群が指定されている。そのため、機械的な手順で作曲ができる。本稿では中央のドである C3 から1オクターブ上までに含まれる黒鍵の集まりを黒鍵群3とし、さらに上の黒鍵の集まりを黒鍵群4、下の黒鍵の集まりを黒鍵群2、黒鍵群1とする。各黒鍵群の範囲を図4.1で示す。

水野式黒鍵作曲法で作られる楽曲のテンポは120、長さは4小節となっている。また、構成要素は、アルペジオ、コード、ベースライン、メロディの4パートである。アルペジオは本来演奏方法を指すが水野式黒鍵作曲法では楽曲の構成要素として扱う。

- アルペジオは黒鍵群2と黒鍵群4から交互に1音ずつ選んで16分音符として並べて作る。楽器はマリンバ系を用いる。
- コードは黒鍵群2と3の合計10音の中から5音または6音を選んでコードとし、全音符として並べて作る。楽器はストレングスカパッド系を用いる。
- ベースラインは黒鍵群1から1音ずつ選んで2分音符として並べて作る。楽器はストレングスカパッド系を用いる。

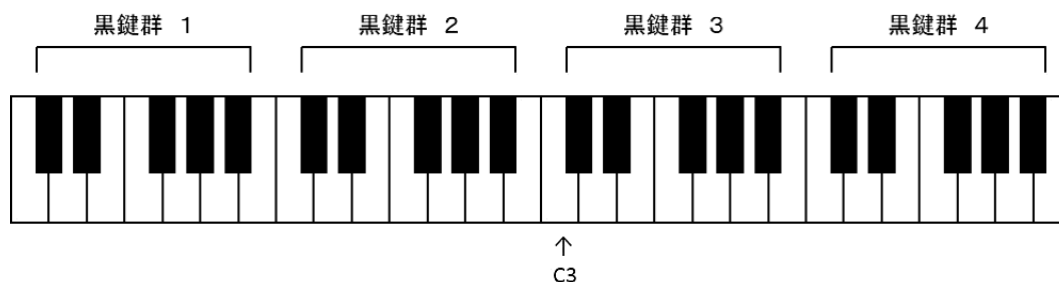


図 4.1: 各黒鍵群の範囲

- メロディは黒鍵群3と4の合計10音から1音ずつ選んで自由な音価で並べて作る．楽器はストレングスカパッド系を用いる．

水野式黒鍵作曲法での黒鍵群や音価の制約と選択できる音高の幅から，システム化することでさまざまな楽曲を簡単に生成できると考えられる．また，IGAを用いることで，先行研究のように楽曲のデータを準備することなく，ユーザの感性に即する楽曲が生成できると推測し，本研究では水野式黒鍵作曲法を採用する．

第5章 IGA を使用した作曲システム

本章では IGA を使用した作曲システムについて説明する。

5.1 概要

本システムは IGA と水野式黒鍵作曲法を使用し，ユーザの感性に即した楽曲を生成する．まず，水野式黒鍵作曲法に則って生成した楽曲をユーザに提示し，それぞれ5段階で評価させる．評価と楽曲を元に GA の操作で新たに楽曲を生成する．評価と生成を繰り返すことによってユーザの感性に即した楽曲を提示するシステムである．ユーザは図 5.1 に示した GUI を用いて楽曲を評価する．楽曲の再生には染色体の情報をもとに生成した MIDI ファイルを用いる．IGA では次世代生成のたびにユーザがそれぞれ評価しなければならないので，評価の回数が多いとユーザに負担がかかる．負担がユーザの感性や評価に影響を与えないようにするために，一度にユーザが評価する楽曲を 6 曲，次世代生成の回数を 4 回に設定した．

5.2 染色体表現

本システムでは水野式黒鍵作曲法の各パートにおける，指定された黒鍵群からの黒鍵の選び方や音価を染色体とする．

5.2.1 アルペジオ

各黒鍵群の 5 音を 0 から 4 の整数で表し，染色体において奇数番目の遺伝子が黒鍵群 2 の音，偶数番目の遺伝子が黒鍵群 4 の音を表す．各遺伝子型に対応する表現型を表 5.1 に示す．16 分音符を 4 小節分並べるので 1 つの個体でアルペジオの表現に遺伝子を 64 個使用する．遺伝子座は 0 から 63 とする．

5.2.2 コード

10 音を表す 0 から 9 と，無音を表す 10 から 6 つを選択した組み合わせでコードを表現する．各遺伝子型に対応する表現型を表 5.1 に示す．コードを全音符で 4 小節分並べるので，表現に遺伝子を 24 個使用する．遺伝子座は 64 から 87 を用いる．また，コードは 5 音または 6 音の組み合わせなので遺伝子 6 個ずつ区切り，順序表現を用いて表現する．

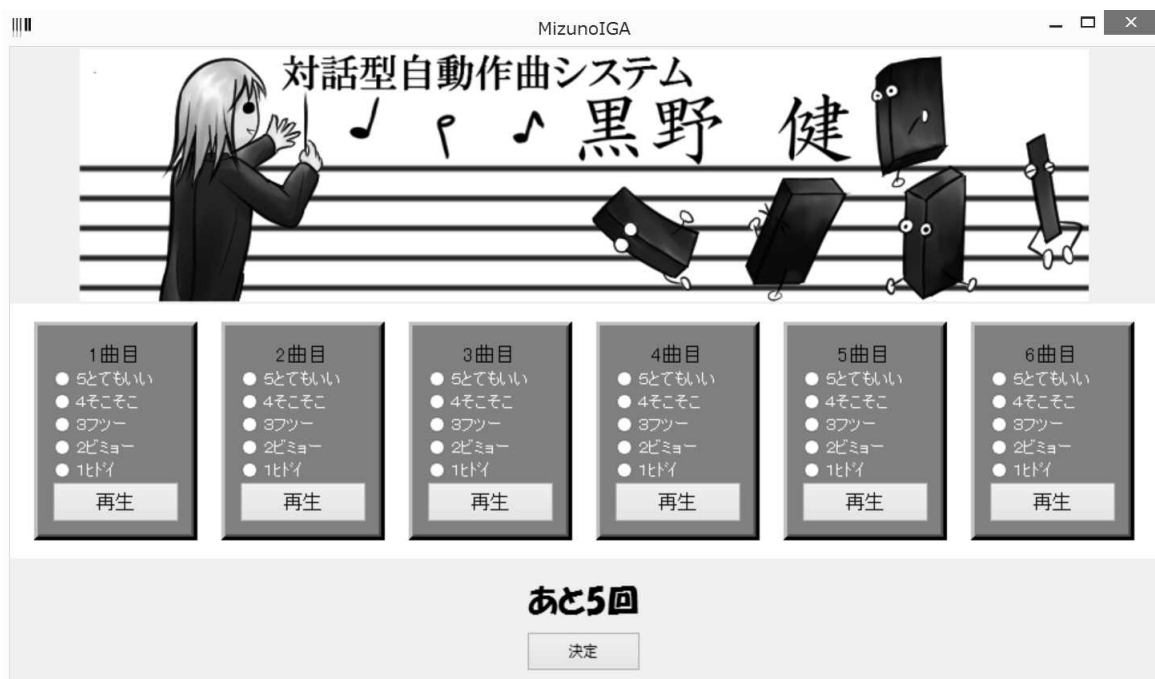


図 5.1: 本システムの GUI

表 5.1: アルペジオの遺伝子表現

遺伝子座 偶数		遺伝子座 奇数	
遺伝子型	表現型	遺伝子型	表現型
0	黒鍵群 2 の C#	0	黒鍵群 4 の C#
1	黒鍵群 2 の D#	1	黒鍵群 4 の D#
2	黒鍵群 2 の F#	2	黒鍵群 4 の F#
3	黒鍵群 2 の G#	3	黒鍵群 4 の G#
4	黒鍵群 2 の A#	4	黒鍵群 4 の A#

表 5.2: コードの遺伝子表現

遺伝子型	表現型	遺伝子型	表現型
0	5 音		
1	黒鍵群 2 の C#	6	黒鍵群 3 の C#
2	黒鍵群 2 の D#	7	黒鍵群 3 の D#
3	黒鍵群 2 の F#	8	黒鍵群 3 の F#
4	黒鍵群 2 の G#	9	黒鍵群 3 の G#
5	黒鍵群 2 の A#	10	黒鍵群 3 の A#

表 5.3: ベースラインの遺伝子表現

遺伝子型	表現型
0	黒鍵群 1 の C#
1	黒鍵群 1 の D#
2	黒鍵群 1 の F#
3	黒鍵群 1 の G#
4	黒鍵群 1 の A#

表 5.4: メロディの遺伝子表現

遺伝子型	表現型	遺伝子型	表現型
		10~25	延長
0	黒鍵群 3 の C#	5	黒鍵群 4 の C#
1	黒鍵群 3 の D#	6	黒鍵群 4 の D#
2	黒鍵群 3 の F#	7	黒鍵群 4 の F#
3	黒鍵群 3 の G#	8	黒鍵群 4 の G#
4	黒鍵群 3 の A#	9	黒鍵群 4 の A#

5.2.3 ベースライン

黒鍵群 1 の 5 音を 0 から 4 の整数で表して遺伝子とする。各遺伝子型に対応する表現型を表 5.3 に示す。2 分音符を 4 小節分並べるので、1 つの個体に遺伝子を 8 個使用する、遺伝子座は 88 から 95 を用いる。

5.2.4 メロディ

整数の 0 から 9 で 10 音、10 から 25 で先行音の延長を表現し遺伝子とする。先行音の延長を遺伝子にすることで、初期個体集団を生成するときにさまざまな音価に設定できる。いずれの値でも音価は 4 分の 1 拍とする。遺伝子型と表現型を表 5.4 に示す。遺伝子 1 つにつき 4 分の 1 拍を表現するので 1 小節の表現に遺伝子を 16 個用いる。したがってメロディ全体を遺伝子を 64 個使用する、遺伝子座は 96 から 159 を用いて表現する。

5.3 次世代生成

ユーザが入力した 1 から 5 の 5 段階評価の値を各個体の適応度として次世代の個体を生成する。適応度が 5 の個体はエリートとして保存し、次世代の個体集団に加える。複数の個体が適応度 5 であった場合は、無作為に 1 つの個体を選択しエリートとする。親個体はルーレット選択を用いて選択し交叉させる。交叉後の個体の各遺伝子には 1/160 の確率で突然変異が発生する。

表 5.5: 変数 *cross* と変数 *code_cross* の対応

<i>cross</i>	<i>code_cross</i>
1～21	70
22～42	76
43～63	82

5.3.1 交叉と予備実験

交叉方法を決めるにあたって予備実験を実施した．実験に用いた交叉方法は以下の 5 つである．

1. 一点交叉
2. 二点交叉
3. 三点交叉
4. 四点交叉
5. パートごとにタイミングがおおよそ同じところで一点交叉

5. の交叉方法について説明する．まず，1 以上 63 以下の整数乱数を取得し，値を変数 *cross* とする．アルペジオの交叉点は遺伝子座が *cross* の遺伝子の前とする．また，メロディの交叉点は遺伝子座が *cross*+96 の遺伝子の前とする．コードの交叉点は遺伝子座が変数 *code_cross* の遺伝子の前とする．それぞれのコードの構成を崩さないように，*code_cross* は 70, 76, 82 のいずれかの値となるようにする．*code_cross* の算出式を式 5.1 に示す．また，*cross* と *code_cross* の対応を表 5.5 に示す．

$$code_cross = 64 + 6 \times \lfloor cross \div 21.001 + 1 \rfloor \quad (5.1)$$

ベースラインの交叉点は遺伝子座が変数 *base_cross* の遺伝子の前とする．*base_cross* は 88 以上 95 以下のいずれかの値となる．*base_cross* の算出式を式 5.2 に示す．また，*cross* と *base_cross* の対応を表 5.6 に示す．

$$base_cross = 88 + \lfloor cross \div 9.001 + 1 \rfloor \quad (5.2)$$

各交叉方法ごとにメロディ部に交叉点が含まれている場合と含まれていない場合に分け，本システムで無作為に生成した 2 曲と交叉させた後の 1 曲を実験に用いた．楽曲数は 1～4 の交叉方法につきそれぞれ 6 曲，5. の交叉方法は必ずメロディ部が交叉するので 3 曲になる．実験は被験者 5 人に，交叉方法を伏せて交叉前の楽曲か交叉後の楽曲かを伝えて楽曲を聴かせた．被験者には交叉後の楽曲を聴いた後に，楽曲の混ざり具合の印象をアンケートで回答させた．使用したアンケートフォームを図 5.2，結果を表 5.7 に示す．評価が 4 に近いほど高評価とした．結果より平均が 4 近く，各回答の 4 からの距離に近い三点交叉を採用した．

表 5.6: 変数 *cross* と変数 *base_cross* の対応

<i>cross</i>	<i>base_cross</i>
1～9	89
10～18	90
19～27	91
28～36	92
37～45	93
46～54	94
55～63	95

対話型自動作曲システム 黒野健

交叉方法についての調査

各グループにつき
元となる曲 2曲
交叉後の曲 1曲
を聴いてどのように感じたかを答えてください

*必須

1グループ目 *

	1	2	3	4	5	6	7	
元の曲のまま	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	元の曲とほど 遠い

図 5.2: 予備実験のアンケート画面

表 5.7: 予備実験結果

交叉方法	メロディ部の交叉	平均	4からの距離の合計
一点交叉	あり	2.4	8
	なし	2.4	10
二点交叉	あり	2.6	7
	なし	2.4	8
三点交叉	あり	3.4	5
	なし	3.6	6
四点交叉	あり	3.6	6
	なし	3.0	5
各パート一点		3.8	7

5.4 最終出力

最後の評価が終了すると、最も適応度の高い楽曲が図 5.3 のように提示される。最も適応度の高い楽曲が複数あった場合は無作為に 1 曲選択して提示する。



図 5.3: 最終出力提示画面

第6章 評価実験

本システムの有用性を調査するため評価実験を本学生 11 人に対して実施した。本実験の音響機器は被験者が所持するイヤホンを用いた。被験者による本システムの評価は Google フォームで回答させ集計した。まず、各パートの例を流し、被験者に音量の調節をさせた。被験者へ本システムの使い方と楽曲は好みに合わせて評価するように伝え本システムを使用させた。被験者の所持するイヤホンの性能がそれぞれの感性に沿っていると考え、実験に用いた。また、後に各パートの音量が適切だったかを調査するために各パートの例を流した。本実験で用いたフォームを付録 A に示す。

次世代生成の繰り返しによって好みに合うようになったかを調査するため、1 世代目の評価後、最も好みに合った楽曲の好みの度合いについて回答させた。最終出力提示後に最終出力に満足したかなどについて問い、また、インタフェースの使いやすさ、集中力の持続については自由記述により理由を調査した。さらに、全体についての感想、意見を自由記述で回答させた。

5 に近いほど高評価とする 1~5 の 5 段階評価で回答するの問いの平均と標準偏差を表 6.1 に示す。集中力がしなかった理由として、新しく生成された楽曲の変化や違いが少ないことが挙げられた。各パートの音量については、「大きすぎる」、「小さすぎる」、「適切」、「よくわからなかった」から選択させた。適切と回答した人数はアルペジオが 10 人、コードが 8 人、ベースラインが 5 人、メロディが 10 人だった。音量についての結果を表 6.2 に示す。また、被験者の自由記述を付録 B に示す。

表 6.1: アンケートでの評価の平均と標準偏差

	平均	標準偏差
1 世代目の好みの度合い	3.64	1.07
好みの反映度合の向上	3.91	0.90
最終結果の満足度	4.09	0.79
使いやすさ	4.18	0.72
集中力の持続	3.55	1.23

表 6.2: 各パートの音量についてのアンケート結果

	適切	大きい	小さい	よくわからない
アルペジオ	10	1	0	0
コード	8	0	2	1
ベースライン	5	2	3	1
メロディ	10	1	0	0

第7章 考察

評価実験の結果から、本システムはユーザの評価を元に楽曲を繰り返し生成し、最終出力でユーザの満足する楽曲を提示することが可能であるとわかったことで、本システムの有用性を示せたといえる。しかし、楽曲の変化が少なくユーザが完成までに飽きる可能性があり、次世代生成を繰り返しても楽曲に明確な変化が現れる必要があると考えられる。改善策として、染色体に楽器の情報を加え次世代生成で音色に変化を加えることが挙げられる。また、評価された6曲のうち極端に評価の低い楽曲があったり、生成した6曲がすべて似ていたりする場合、6曲のうちの1曲を無作為に生成した曲に変更することも挙げられる。飽きの原因についての記述が楽曲の少ない変化によるものだったが、楽曲の変化が少ないことによりユーザは比較のために繰り返し楽曲を聴くと推測される。したがって以上の改善案によっては、聴き比べる回数が減少し、最終出力の提示までの時間を短縮できると考えられる。

また、インタフェースの評価により、インタフェースが使いづらさでのユーザへの悪影響はなかったと推測できる。各パートの音量に関しては、低音域であるベースラインの印象が割れたが、実験に用いたイヤホンの性能差だと考えられる。

第8章 おわりに

本研究では，水野式黒鍵作曲法と IGA を用いてユーザの感性に即した楽曲を生成するシステムを構築した．評価実験で，本システムがユーザの好みに即する楽曲を生成することができ有用性が示せた．しかし，作曲後半になると似た楽曲を評価することが多くなり，曲の完成までにユーザが飽きる場合がある．今後，楽曲再生に用いる楽器の種類，評価の低かったり，よく似た楽曲の扱いを考えることで，ユーザが飽きることなく幅の広い楽曲の選択肢を提示することができると思う．

謝 辞

本研究に当たり指導してくださった大谷紀子教授に深く感謝いたします。また実験に協力頂いた研究室，サークル，友人の皆様にも御礼申し上げます。

参 考 文 献

- [水野 07] 水野 正敏：水野式作曲メゾッド解体新書, シンコーミュージック・エンタテイメント (2007)
- [大谷 14] 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, No. 1D3-5 (2014)

付 録 A アンケートフォーム

本研究の評価実験で用いたアンケートフォームを図 A.1, A.2, A.3 示す.

対話型自動作曲システム 黒野健

提示された6曲を聴いて、それぞれあなたの好みで評価してください。
決定ボタンを押すと評価を元に新しい曲を生成します。
5回繰り返します。

*必須

まず 1 回目の評価が終わったら回答してください

初めに提示された6曲の中で好みに合ったと思った曲は、どの程度合いましたか？ *

	1	2	3	4	5	
全く合っていない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	とても合った

曲が完成したら次へ進んでください

次へ

図 A.1: アンケートフォーム

評価の繰り返しで曲は好みに近づいていきましたか？ *

	1	2	3	4	5	
そうでもない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	近づいていった

最後に提示された曲には満足しましたか？ *

	1	2	3	4	5	
不満	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	満足

各パートの音量は適切でしたか？ *

	大きすぎる	小さすぎる	適切	よくわからなかった
アルペジオ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
コード	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ベース	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
メロディ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 A.2: アンケートフォームの続き 1

インターフェースは使いやすかったですか？ *

	1	2	3	4	5	
使いづらい	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	使いやすい

インターフェースについて何か感じたことがあれば記入してください

回答を入力

完成までの時間はどのように感じましたか？ *

	1	2	3	4	5	
短い	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	長い

完成まで集中できましたか？ *

	1	2	3	4	5	
飽きた	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	集中できた

飽きた理由があれば記入してください

回答を入力

全体を通しての感想、意見を記入してください *

回答を入力

図 A.3: アンケートフォームの続き 2

付 録 B 被験者の自由記述

アンケートの各自由記述欄に記入された意見を以下に記す。

【インタフェースについて感じたこと】

- 特にありません。
- gui に手順が使い方が書いてあったほうがいいと思います
- 曲が新しくなったことがわかりづらい
- インターフェースは見やすかった

【飽きた理由】

- 曲の変化がつかみにくかった。
- 似た曲を繰り返し聞く
- 差が少ない気はする
- 楽器やコード進行の変化に乏しく、フレーズの以外の変化を感じ取ることが難しい
- 変化がややすくない
- 6 曲の違いが小さかったため選ぶのに悩んでしまい時間が掛かった

【全体を通しての感想，意見】

- 好みの音に近づいていく感じがとても面白かったです。最後の方にはどれも好みに近いものになっていたためとてもよいものだと思います。
- やっていることが面白いと思います！これまで音楽を作るのは人が主体だったのに対し，人が機械に代わり，テクノロジーの発展を実感しました。
- 思っていたよりも好みに近づいた
- 純粋に楽しかった。気に入った曲調が選択肢が増えていくのが面白かったです。
- さらに素材が増えて，曲調の幅が広がっても同じくらいの早さで作曲出来るようになったら面白そうだなと思いました。
- 曲同士の違いがよくわからない時が。
- 機能がシンプルで良い
- 最初からそれなりに気に入ったのであまり変化を感じなかった
- IGA の自動作曲全般で，フレーズの区切りが予想外のところに来ることが多いので，フレーズの意識をもっと持たせられないかと思います

- 曲調のバリエーションがわかりづらい
- 最初から最後まで曲の変化が小さく感じた
- しかし個人的には好きな感じの曲ができ満足
- 卒研頑張ってください！