研究論文: 論文

情報理論と遺伝的アルゴリズムを応用した楽譜情報からの作曲技法

三重野芳典, 椎塚久雄

工学院大学大学院 工学研究科情報学専攻

A Composition Technique based on Sheets of Music Information by Application of Information Theory and Genetic Algorithm

Yoshinori MIENO and Hisao SHIIZUKA

Informatics, Graduate School of Kogakuin University, 1-24-2 Nishi-Shinjyuku, Shinjyuku-ku, Tokyo, 163-8677, Japan

Abstract : This paper describes a composition technique based on two methods, the information theory and the genetic algorithm. Recently, we have needed a new development of the composition technique from variety of our life style on the music, so that it is useful to obtain fundamental rules for the composition by using intelligent informatics technologies. The main idea of our technique consists of the following two parts. The entropy obtained from scores contributes the determination of melody, and the genetic algorithm so as to fit the melody performs the code progression.

Two examples of composition results have been given to demonstrate the usefulness of our method.

Keyword: *Composition Technique, Information Theory, Genetic Algorithm*

1. はじめに

近年、音楽を中心としたマルチメディアの技術革新には、目を見張るものがある。その中でも、音声圧縮技術や生成技術には驚かされるばかりだ。さらに、ごく最近では作曲や編曲までもが簡単にできてしまうソフトが開発・市販されるまでになった[注1]。このような進歩の中、より音楽の世界に近づいた研究や商品の開発が重要になってきたと言える。つまり、より人間味のあるものを作るために最低限のルールが必要になってきたと言うことである。特に、これから重要になるであろう分野の基礎となるルール作りは早急な課題である。

そこで本論文では、情報理論や音楽理論などに基づいて楽譜情報を分析し、この分析結果から主旋律(melody)を設定[注2]。さらに、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: 以下GA)を用いて和声音や対位法などを決定する作曲技法の確立を目的とする。このように、楽譜情報を情報理論によって分析することにより、従来手法では扱うことが困難であった楽譜の特徴抽出を行うことが可能になると考える。ここで扱う作曲技法とは、旋律学、和声学、対位法の三技法を指す。

楽譜情報には日本民謡や童謡など一般的であるものを用いた。また、特徴抽出する対象には音楽理論[注3]に基づき、各音符(note)の音程(pitch)・音長(duration)・数量、拍子記号(time signature)、速度(tempo)、装飾音(ornament grace)、奏法上の用語と記号など楽譜に記されている情報をくまなく抽出することにした。

情報理論[注4]では楽譜情報から得られた音符の種類と数量を統計的に分析するために用いる。なかでも条件付き(事前)確率(conditional probability)では音の遷移を、エントロピー(entropy)・冗長度(redundancy)では楽譜情報の情報量を分析するためである。さらに、分析結果に基づき主旋律を設定することが可能であると考える。

GA[注5]では和声学に対して適用し、最適化問題の解法の一手段として用いた。さらに、その結果から対位法が当てはまるものを選択し、まとめたものを最終的に総譜として表現できることを目指している。

なお、2.では作曲に関する関連研究と、従来手法の問題点について述べる。3.では、楽譜情報の抽出方法と分析方法について説明する。4.では、主旋律の決定方法を規則性とマルコフ過程によって決定する過程を解説する。5.では和声音の決定方法についてGAを絡めて説明する。6.では対位法の決定方法について音楽理論を応用して述べる。7.及び8.では、本論文の手法を用いて実験を行い、その結果より考察を行う。9.はこれまでのまとめである。

2. 楽譜情報を用いた作曲技法

2.1. 本研究の目的

本論文では、楽譜情報から特徴を抽出し、情報理論やGAを用いて作曲する技法を確立することが目的である。ここで、楽曲の情報として想定するのは、図1のような日本古来の童謡を扱うこととする。

また、ここで扱う情報理論には、楽譜情報の分析するためにエントロピーの概念を用いた。エントロピーを用いることにより、情報量を多角的に分析することが可能になる。

さらに、ここで扱うGAには、最適化問題の解法として制限を詳細に設定することにより、より人間味のある楽曲生成が可能になると考える。

また、作曲技法の応用分野として、携帯端末の着信音や感性工学への応用などが考えられる。

図1. 君が代の楽譜例

2.2. 従来手法の概念とその問題点

楽曲生成に関する研究は大きく分けて2つあり、主旋律先行型[注6]とコード進行型[注7]、[注8]がある。前者は、主旋律を最初に決定してから和音やその他のオプションを付け加えていくやり方であり、後者ははじめに和声音の進行を決定して、その上に乗る主旋律を後から付け加えていくやり方である。このうち、後者のコード進行型による研究は多く行われてきたが、主旋律決定の部分に関して甘さが目立つものが多い。また、前者である主旋律先行型ではコード進行や進行感を表現することが難しく、研究対象からはずされた感がある。さらに、楽譜情報の分析や解釈[注9~11]にいたっては未だ明らかにされていないのが現状である。

専門的には、音楽世界での作曲技法[注3]とは主に旋律学、和声学、対位法、楽式論、管弦楽器法、リズム論及び様式論の7つのことを指す。これらの技法すべてを含んだ研究はなされていないと言ってよい。

以下に、問題点をまとめる。

- (問題点1)主旋律先行型では和声音決定部分を設定することが難しい。
- (問題点2)コード進行型では主旋律決定に有効な手法がない。
- (問題点3)楽譜情報に関する分析や解釈の研究が乏しく、これらを考慮したものがない。
- (問題点4)人間の作曲過程を模倣したものをシステム化することは困難であると思われる。
- (問題点5)情緒的な意味を持たせた作曲は困難であると思われる。

以上の問題点に対処するため、ここでは楽譜情報を分析し、その分析結果を用いた作曲技法を提案する。

3. 楽譜情報の抽出

3.1. 楽譜情報の抽出対象

本論文では楽譜情報の抽出対象として、総譜(score)に記してある音楽要素を抽出する。具体的には、音符の音程・音長・数量をはじめ、調、速度、拍子、和音進行、奏法記号、強弱記号である。

さらに、音符の遷移を調査・抽出し統計的に分析するのであるが、具体的な方法論は次節で述べることにする。

3.2. 楽譜情報の分析方法

本論文での分析方法であるが、情報理論の中で使われる概念

を用いることにする。ここで重要な音楽要素については、音符の音程・音長・数量と音符が次の音符に遷移する確率である。これらの生起確率からエントロピー(entropy)を求める分析方法である。

エントロピーとは、もともと熱力学で導入された度合いであったが、シャノン(Shannon)の通信理論で情報量を表現する道具として登場した。さらに、情報量の期待値、すなわち平均情報量としてエントロピーが証明・定義された歴史がある。

ここでは、各情報の持つ規則性を測る度合いとしてエントロピーという概念を使用する。

3.3. 各要素の分析計算方法

以下の方針に従って、計算式を設計する。

- (1) 各式はエントロピーを表現するものでなければならない。
- (2) ある情報源に対するエントロピーの単位はビット(bit)で表現される。
- (3) オクターブ内の音の数は k 個とする。
- (4) 各音符の生起確率 P_i を求める。このとき、音符に含まれる情報は音程・音長・数量の3種類とする。
- (5) 生起確率 P_i を基に遷移確率 $p(j)$ を求める。つまり、音符の遷移確率をエントロピーとして表現するものでなければならないこと。

以上のことから式(1)~式(3)が得られる。

$$H_o = \log_2 12 \quad (1)$$

$$H_1 = -\sum_{i=1}^k P_i \log P_i \quad (2)$$

$$H_2 = -\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k P_i p_i(j) \log p_i(j) \quad (3)$$

式(1)はオクターブ内の音が同確率で生じた場合のエントロピーを表現している。つまり、何も影響を受けていない状態を指している。

式(2)はオクターブ内の各音の生起確率が定まっており、それらをすべて合計したものをエントロピーとして表現している。

式(3)は式(2)の状態に前音の生起確率が影響している状態を合計し、エントロピーとして表現したものである(条件付きエントロピーと呼ぶ)。

3.4. 相対的規則性の評価

3.3で規則性を測る度合いとしてエントロピーの概念を用いたが、さらにこの概念を基に、エントロピーの相対的評価が可能になる式を導出する。

ある情報源の状態 E_i がもつ生起確率を $P(E_i)$ としたとき、最大エントロピー $H_{\max}(x)$ は式(4)のように表現できる。

$$\begin{aligned} H_{\max}(x) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m P(E_i) \frac{1}{m} \log_2 \frac{1}{m} \\ &= -\sum_{k=1}^m \frac{1}{m} \log_2 \frac{1}{m} = \log_2 M \end{aligned} \quad (4)$$

となり、一般的にエントロピーの比 k を式(5)のように表現すること

ができる。このような情報源の比率のことを相対エントロピー (relative entropy) h と言い、相対エントロピーの補数を情報源の冗長度 (redundancy) r と呼ぶことにする。

$$h = \frac{H(x)}{H_{\max}(x)} \quad (5)$$

$$r = 1 - h = \frac{[H_{\max}(x) - H(x)]}{H_{\max}(x)} \quad (6)$$

本論文ではマルコフ過程を用いて $H_{\max}(x)$ を H_0 と置き換え、 H_1 、 H_2 の比率を表現したものを h_1 、 h_2 、 r_1 及び r_2 とし式(7)～式(10)に記し、この概念を導入する。

$$h_1 = \frac{H_1}{H_0} \quad (7)$$

$$h_2 = \frac{H_2}{H_0} \quad (8)$$

$$r_1 = 1 - h_1 \quad (9)$$

$$r_2 = 1 - h_2 \quad (10)$$

また、相対エントロピーの分析結果から楽譜情報の規則性を判断することが可能になる。

4. 主旋律の決定方法

3.で得られた楽譜情報の結果から主旋律を決定する。決定に際し、重要となるものが音符の遷移確率と相対エントロピーの値である。特に相対エントロピーについてだが、楽譜情報の規則性を表現していることはすでに述べた。この規則性を如何に上手く扱うかがポイントであり、最終的な結果にも左右してくる重要な作業であると言える。

4.1. 規則性の設定値

規則性の良し悪しについては賛否両論あるのが現状であるが、本論文では5割前後の規則性を目標値に設定して決定を行っている。その理由には勝負事に類似した理由がそこには存在している。勝負事はどちらが勝利するかわからないほど、お互い拮抗している方が一般的には面白い。別な言い方をすれば、一方的な勝負事ほどつまらないものはない、ということになる。

本論文の規則性もそれに当てはめて考えることができる。規則性と不規則性の拮抗である。そのバランスがちょうど取れている点を5割に設定している。

4.2. 遷移確率の状態変化への対応

規則性の設定値である5割の値を割り込んだ、または超えてしまった状態の場合、マルコフ過程を一般化したエントロピー H_N を定義する。

楽譜情報から発生する音について、長さ $N-1$ におけるすべての音の生起確率 $P(A_i)$ と、 A_i の後に音 a_j が生起する条件付き確率 $P(a_j|A_i)$ を調べる。その結果、この楽譜情報を $(N-1)$ 重マルコフ過程として一般化したエントロピー H_N を式(11)に示す。

$$H_N = - \sum_i \sum_j P(A_i) P(a_j | A_i) \log_2 P(a_j | A_i) \quad (11)$$

4.3. 主旋律の決定方法

本論文では前の状態を考慮しながら次の状態を決定する手法をとる。重要なポイントとして、二つの項目がある。一つは、音の遷移確率の状態と、もう一つは、音の遷移の規則性を判定することである。

図2に、これまでの作業の流れをフローチャートとして示す。

図2. 主旋律決定法のフローチャート

5. 和声音の決定方法

5.1. 最適化問題への橋渡し

主旋律を決定した後の作業として、和音(chord)を設定する必要がある。本論文では、主旋律と和音進行が音楽理論に沿った作曲技法の確立を目指している。

そこで、主旋律と和音進行がマッチしているか最適化問題の解法の一つである遺伝的アルゴリズム(GA)を導入することにする。

5.2. 一般的な和音の付け方

和音進行は音楽理論によって決定された形が存在している。主要三和音(triad)では、それぞれ次のような性質を持っていることが知られている。主和音(tonic)は、非常に安定した進行感を持ち、主和音から下属和音(C→F)、主和音から属和音(C→G)と連結することが可能である。また、同時に属和音を受け止める働きも持っている。属和音(dominant)とは、主和音へ進もうという強い働きを持っている音であり、下属和音(subdominant)とは、「開放感」や「安らぎ」と言う進行感がある。主な和音進行には、C→F→C、C→F→G→Cなど挙げられる。

また、終止形(cadence)として、正格終止(F(D⁶)→C⁶→G₇→C)、変格終止(下属和音→主和音)、完全終止(条件として、属(属7)和音と主和音の根音が最低音であること、主和音の最高音が主音であること、及び主和音は強拍にあることの三条件)、不完全終止(完全終止の1つでも条件を満たさないもの)及び偽終止(属和音(属7)→主和音以外)などの形が存在する。曲を完全に終わらせる

際に必要となる要素である。

5.3. 主旋律と和音進行のマッチング

ここでは、音楽理論の考え方を踏襲しつつ、楽譜情報による和音進行の情報も含めた決定方法を用いることにする。

マッチングの方法は、主旋律の進行に対して和音の進行がマッチしているかを調べる方法をとる。つまり、和音を構成している音の中に主旋律の音が含まれているかを調べることである。

しかし、音楽世界では和音の転回や配置と言ったところまでも考えていく必要がある。ここでは、基本位置の和音(和音転回されていない和音)を用いることにする。ただし、和音構成音のうち、必ずしも主旋律の音が根音にマッチしていなくても良いことにする。また、小節単位にはこだわらずに和音をマッチングさせていく方法をとる。

5.4. GAと古典的探索手法による応用

ここでの「探索」とは、解の探索のことを指す。つまり、GAが使用される最適化問題の解法の一つであり、一般的手法として、山登り法、焼きなまし法及びタブー探索などがある[注12]。本論文では「最急勾配による」山登り法を応用した手法を用い、以下のような機能を定義する。

- ① 解候補を主旋律より選択する。この文字列は、「現在の文字列」と呼ばれる。
- ② 右から左へと文字列を調べ、文字間の遷移に対して和音構成音であるか、さらに和音進行が成立しているかマッチングを行い、結果として得られた文字列の適合度を記録する。
- ③ 得られた文字列の適合度が増加した場合、現在の文字列を最も適合度の増加を行った文字列にセットする(最急勾配)。
- ④ もし適合度の増加がなければ、現在の文字列(頂上)を保存して、ステップ①からの処理を繰り返す。
- ⑤ 一定回数の適合度関数の評価が行われたら、見つけ出された最も高い頂上を最適解とする。

各項目の解説として、①では主旋律の音符の音程だけを対象にアルファベットへ置き換える作業である。さらに、それらを解候補の集団として形成させる。

②では音符間の遷移を{0, 1}のビット列で表現する。{0}の場合、音符間の遷移は音楽理論や和音進行から外れていると言う意味をもたせる。また、{1}の場合はその逆をあらわす。さらに、適合度を遷移ビット列から評価を行う。本論文では、{1}が多ければ高い値となる。

③では②の結果、解候補を保存するか、破棄するかを決定する。保存の条件として、適合度の評価を基準に判断する。

④では生き残った解候補に対して、最良解候補と比較する。その結果、適合度の増加がない場合はステップ①に戻り、増加が認められれば最良解候補として保存する。

⑤では一定回数(500~10000)の適応度評価を行い、その結果、最後まで残った最良解候補が最良解となる。

以下にここまでのGA手法の流れを図3に示す。

図3. GA手法のフローチャート

また、人工知能(AI)の分野において、このような一般的な手法は「弱い人工知能」と呼ばれている。本論文の手法は「ゴールまでの経路の探索」手法に類似しており、初期状態から最終状態までの過程を探し出す必要がないことが利点として挙げられる。

6. 対位法の決定方法

6.1. 対位法の位置付け

音楽世界での対位法(counterpoint)とは、流動する旋律に対応する各拍(点)の遷移である。広義には、旋律対旋律という見方ができる。もう少しわかりやすく言い換えるならば、音の流動を横線で対象にしていることを指す。つまり、対位法を水平的要素と考えると、和声学は垂直的要素であると考えることができる。しかし、両者には明白な違いがある。対位法では、和音は原始的なままであり、協和音では基本形及び第一転回形のみ許されている。また、不協和音については対位法の手法内のみに限定される。さらに、転調は近親調にとどまり、半音音階関連は許されず、遠隔転調も禁じられている。このように、和音に対しては極めて狭義に扱われている。

しかし、近年では対位法は作曲技法にとって極めて重要な役割を果たしていることがわかってきた。その理由として、音楽精神を常に躍動させる源になっているからである。

本論文では、基本的には音楽世界の対位法の定義をそのまま使用する。ただし、和音制限の一部分は開放することにした。

6.2. 対位法の種類

対位法は定旋律に対して対位旋律を書く。種類としては、全音符対位法、2分音符対位法、4分音符対位法、移勢対位法及びこれらを配合した華麗対位法の5種の形態が規定されている。それらの配置は、定旋律の上部あるいは下部に置かれる。

また、不協和音を許す対位法として移勢対位法と華麗対位法の2種が許されている。以下の図4~図8に各対位法を示す。また、各対位法の図では、一小節を占める全音譜のみ定旋律に対しての対位法を示している。

図4. 全音符対位法

図5. 2分音符対位法

図6. 4分音符対位法

図7. 移勢対位法

図8. 華麗対位法

6.3. 対位法の評価

5.でGAによる最良解が決定された後,対位法が使用できる旋律を探す。対位法は和音の中にも存在するので,和音を決定した後からではないと評価できない。また,対位法のマッチングは6.2で示した図の形式のみ認めることにする。さらに,対位法は主旋律に対して働くため,和音部分を考慮しなければならない。本論文では,和音部分に対する対位法に関して多少のずれを認めることにする。ただし,不協和音を構成するものは対位法の定義から外れているため許さないことにする。

7. 実例(1)

本論文の作曲技法を用い,2つの実例を用いて実際に実験を行ってみる。全体の作業の流れを以下の図9に示す。

図9. 本手法の全体のフローチャート

7.1. 楽譜情報の抽出

図1に示した君が代の楽譜情報について抽出作業を行う。その結果を表1～表3及び図10に示す。

表1. 図11における音程の状態遷移表

国歌(君が代)									
前\後	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド	合計
ド	10	6	3	3	1	2	1	ド	
レ	7	1	1	4	2	1	4	レ	
ミ	1		1					ミ	
ファ	2	6		1	4	1	6	ファ	
ソ	1	2		4	3		3	ソ	
ラ	1	2	8	4		3	7	ラ	
シ	2	5			11	4		シ	
合計	26	22	2	20	16	1	26	シ	総計 138

図10. 表1の状態遷移をグラフ化したもの

表2. 各音符の音長の種類と数量

(2分音符)	20
(付点4分音符)	3
(4分音符)	113
(8分音符)	13

表3. その他の楽譜情報

調	ハ長調
拍子	4/4
速度(テンポ)	4分=69
強弱記号	p, mf, f, <, >
総音符数	139
総小節数	11(22)

C-C-F-C-F-D-G-F_{dim}-E_m-C-F-D_m-A_m-D_m-A_m-C-F-C-C-G-F-D_m-A_m-D_m

さらに, 上記は楽譜情報から和音進行を抽出し, それを表現した文字列である。

7.2. 主旋律の決定方法

7.1で抽出した楽譜情報を分析する。その結果を3.で示した式(1)～式(3)と式(7)～式(10)に各要素にまとめ, 以下の式(12)～式(18)に示す。

$$H_0 = 3.584963 \quad (12)$$

$$H_1 = 2.776414 \quad (13)$$

$$H_2 = 2.263347 \quad (14)$$

さらに, この結果を踏まえて規則性の判定をする。

$$h_1 = 0.774461(77.4\%) \quad (15)$$

$$r_1 = 0.225539028(22.6\%) \quad (16)$$

$$h_2 = 0.631345(63.1\%) \quad (17)$$

$$r_2 = 0.368655282(36.9\%) \quad (18)$$

満足のいく規則性に達しなかったため, 式(11)を使ってさらに続けていくと以下の式(19)～式(21)の結果を得る。

$$H_3 = 1.237779 \quad (19)$$

$$\frac{H_3}{H_0} = h_3 = 0.34527(34.5\%) \quad (20)$$

$$r_3 = 1 - h_3 = 0.654730214(65.5\%) \quad (21)$$

しかし, 上記の結果では規則性が強すぎてしまい, 本手法には適していない。よって, この実例では式(17), (18)の結果を適用することにした。さらに, この結果を用いて主旋律を決定する。一部の結果を図11に示す。

図11. 主旋律の結果

7.3. 和声音の決定方法

7.2で主旋律を決定した。ここではそれらを解候補として文字列化(コーディング)する。以下の図12はその例である。

図12. 文字列(コード)化の例

さらに, コーディングを終えたものを解候補の集団として生成する必要がある。この実例(1)では50とし, また世代数は5000とした。ここでの結果である最良解を図13に示す。

図13. 実例(1)での最良解

7.4. 対位法の決定方法

最後に, 楽曲の表情付けをする。特に対位法は重要な要素で

ある。この事例(1)では該当する場所が1ヶ所あったので、そこに適応した。最終的な結果を図14に示す。

図14. 事例(1)での総譜図

8. 事例(2)

8.1. 楽譜情報の抽出

事例(2)として、図15に示す楽譜情報について抽出作業を行う。その結果を表4～式6及び図16に示す。

図15. おもちゃのチャチャチャ

表4. 図15における音程の状態遷移表

前\後		おもちゃのチャチャチャ						合計	
		ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
ド	4			1				1	6
レ		6		1			1		8
ミ		1	2	1			1		5
ファ			2	1		2			5
ソ	1			1		8	2		14
ラ		1				3	2		5
シ						3	9	1	14
合計	ド	8	8	5	4	13	5	14	7
		レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド	64

図16. 表4の状態遷移をグラフ化したもの

表5. 各音符の音長の種類と数量

● (4分音符)	12
♪ (8分音符)	58

表6. その他の楽譜情報

調	ハ長調
拍子	4/4
速度(テンポ)	4分=116~126
強弱記号	mf
総音符数	70
総小節数	12

C₆-G₇-C₆-G₇-F₆-E_m-A_m-G₇-C₆

さらに、上記は楽譜情報から和音進行を抽出し、それを表現した文字列である。

8.2. 主旋律の決定方法

8.1で抽出した楽譜情報を分析する。その結果を3で示した式(1)～式(3)と式(7)～式(10)に各要素にまとめ、以下の式(22)～式(18)に示す。

$$H_0 = 3.584963 \quad (22)$$

$$H_1 = 2.929949 \quad (23)$$

$$H_2 = 1.4825296 \quad (24)$$

さらに、この結果を踏まえて規則性の判定をする。

$$h_1 = 81.73\% \quad (25)$$

$$r_1 = 18.27\% \quad (26)$$

$$h_2 = 41.35\% \quad (27)$$

$$r_2 = 58.65\% \quad (28)$$

この事例では式(27)、式(28)の結果を適用することにした。さらに、この結果を用いて主旋律を決定する。一部の結果を図17に示す。

図17. 主旋律の結果

8.3. 和声音の決定方法

8.2で主旋律を決定した。ここではそれらを解候補として文字列化(コーディング)する。以下の図18はその例である。

図18. 文字列(コード)化の例

さらに、コーディングを終えたものを解候補の集団として生成す

る必要がある。この実例(2)では50とし、また世代数は5000とした。ここでの結果である最良解を図19に示す。

図19. 実例(2)での最良解

8.4. 対位法の決定方法

最後に、楽曲の表情付けをする。特に対位法は重要な要素である。この実例(2)では該当する箇所が2ヶ所あったので、そこに適応した。最終的な結果を図20に示す。

図20. 実例(2)での総譜図

8.5. 考察と評価

本論文による実例での結果を踏まえて、総合的な考察と評価を行った。はじめに、実際の作曲に比べてどのような違いがあるか。また、楽譜情報を抽出した元の曲との相違点の考察も同時に行った。

まず、音楽世界での作曲過程の手順と本論文で提案した手法の手順を比べてみた。その結果、それほど大きな違いは見られなかったが、本手法では作曲する元となる曲の楽譜情報を使用するため、一からの創作ではなく編曲にあたる可能性がある、という問題が浮上してきた。つまり、本手法で作成した曲の著作権は誰にあるのか、という問題である。だが現状では、著作権は作った本人であると世間一般では考えられている[注1]。

9. おわりに

本論文では、楽譜情報を用いた作曲技法の確立を目指し、情報理論と遺伝的アルゴリズムを応用することにより本手法が確立されることを示した。また、実際の楽譜情報を採譜した場合、どのような値が得られるか検証も行った。その検証結果から、ルール作りということではそれなりの成果が得られた。本手法の可能性として、楽譜情報のデータベースを作成することにより、音楽知識の少ないユーザにも簡単に作曲を楽しんでもらうことが可能になると考えている。

今後の課題として、次のようなものが考えられる。ひとつは、さらなる音楽理論を付け加えていくこと。次に楽譜情報の効率的な抽出方法の研究などが挙げられる。これらの問題点を克服することにより、本手法は更なる発展が望めるであろう。

注

- 1) 勝田 哲司: 自動作曲システム, 音楽研究所, <http://www.asahi-net.or.jp/~HB9T-KTD/music/mus1aj.html>
- 2) 森口 繁一: 応用数学夜話, 日科技連, 1978.
- 3) 目黒 三策ほか: 標準音楽辞典, 音楽之友社, 1996.
- 4) 南 敏: 情報理論(第2版), 産業図書, 1995.
- 5) Melanie Mitchell: *An Introduction To Genetic Algorithms*, Massachusetts Institute of Technology Translation, 1996.
- 6) 三重野 芳典, 椎塚 久雄: 自動作曲システム, 情報処理学会音楽情報科学研究報告, Vol.2000, No.49, pp25-30, 2000.
- 7) 山田 拓志, 椎塚 久雄: 遺伝的アルゴリズムを用いた自動作曲について, 情報処理学会音楽情報科学研究報告, No.27, pp.7-14, 1998.
- 8) 船田 文継: 遺伝的アルゴリズムを用いた自動作曲, 明治大学理工学部情報科学科学士論文発表, 1998.
- 9) 長嶋 洋一, 村尾 忠廣ほか: bit別冊 コンピュータと音楽の世界ー基礎からフロンティアまでー, pp216-223, 共立出版(株), 1998.
- 10) L. B. Meyer: *Emotion and Meaning in Music*, University of Chicago Press, 1956.
- 11) L. B. Meyer: *Explaining Music*, University of California Press, 1973.
- 12) P. H. Winston, *Artificial Intelligence*, third edition. Addison - Wesley, 1992.