

人間の感情価を変数とした マルコフ過程による作曲法

安容燮、 松永 建

九州芸術工科大学

E-mail : alleluia@njs.ne.jp

マルコフ過程による演奏はコンピュータ音楽の世界でよく用いられているが、このマルコフ過程を一つの「単純な規則」という概念で捕えたい。そして他の「単純な規則」との組み合わせによって音楽を表現することは、オブジェクト志向の音楽へのアプローチの一つである。今回は、人間の感情価の変数を遷移確率行列に反映させ、マルコフ過程を用いた作曲を行い、その曲中に、人間の感情価がどのくらい含まれているのかを確かめる評価実験を行った。遷移確率行列を変化させることはマルコフ過程と別の「単純な規則」を融合させる一つの方法だと考えている。この実験でその方法の可能性を確かめる。

The Markov Process as a Compositional Model by the Affective Value of Music

Yongseop AHN、 Ken MATSUNAGA

Kyushu Institute of design

E-mail : alleluia@njs.ne.jp

In order to realize interactive music performance between man and computer, object-oriented computer system should be constructed. Markov process which is interpreted as probability based on "simple rule", is one of the effective methods to produce delicate music.

1 はじめに

最近インターラクティブ・メディアに対する関心が高まってきている。インターラクティブとは対話式であること、すなわちユーザの反応によって機械も違う形で応答することを意味する。最もわかりやすいインターラクティブ・メディアの例はコンピュータ・ゲームである。コンピュータ・

ゲームの世界ではユーザの反応によって異なる状況が作られる。しかし、ゲームに使われている音楽は、まだインターラクティブになっていない。起こりうる状況に応じた音楽をあらかじめ作っておき、ある場面になるとそれに応じた音楽を再生することで疑似的なインターラクティブを実現している。こういう方法は小さい規模のインターラクティブ・メディアに対しては通じ

るが、メディアの規模が大きくなると状況に応じた音楽をあらかじめ全部作っておくことは不可能に近くなる。本当の意味のインタラクティブな音楽とは場面が変わるとそれに応じて次々と曲が変化してゆくことである。サッカーゲームで相手のゴールに攻める場面为例にとると興奮の度合が次々と高くなってゆくように演奏されることが、真のインタラクティブ音楽である。

こういったインタラクティブな音楽を実現するためにはコンピュータの処理がオブジェクト志向になるべきである。すなわち、変数値を変えることで異なった曲を容易に演奏できるように、音楽を表現することである。

ペイント系とドロー系のグラフィック・ソフトを例を挙げて説明してみる。

ペイント系のソフトは描かれる絵を点の情報であるビットマップ情報として扱うのに対し、ドロー系のソフトは「座標点 xy から wz に直線を引く」とか「座標点 wz を中心とする円を描く」などのベクトル情報によって絵を表現する。直感的にもわかるように、ペイント系で描かれた絵は、後でもの位置を変えたりすることが難しい。それに対しドロー系ではそれが容易である。どちらがインタラクティブ・メディアになるのに向いているかは明らかである。

音楽もベクトル情報で表現することにより、オブジェクト志向を実現できないだろうか。

そこで音楽をドロー系のソフトのベクトル情報のようなもので表現するにはどうすべきかという問題が提起される。

音楽のインタラクティブな表現法の素材として「単純な規則」という概念を取り入れることを考えてみたい。例えば、マルコフ過程による演奏はコンピュータ音楽の世界でよく用いられているが、このマルコフ過程を一つの「単純な規則」という概念で捕えて、他の「単純な規則」との組み合わせによって音楽を表現することは、オブジェクト志向の音楽へのアプローチの一つ

である。

今回は、人間の感情価の変数を遷移確率行列に反映させ、マルコフ過程を用いた作曲を行い、その曲中に、人間の感情価がどのくらい含まれているのかを確かめる評価実験を行った。遷移確率行列を変化させることはマルコフ過程と別の「単純な規則」を融合させる一つの方法だと考えている。この実験でその方法のモデルを見つけることもできた。

2 この実験の二つの意味

2.1 インタラクティブな音楽の実現に、単純な規則による音楽の分析と再現を用いることの可能性

人間は高度な知能を持って行動している。人間の行動は、脳による中央制御システムで決定されている。それに比べ、昆虫は小さい脳を持ちながら複雑な行動をしている。アリやミツバチは高度な社会まで作っている。これは昆虫の細胞の数を考えるととても不思議なことである。昆虫学者は「単純な規則」の組み合わせによって昆虫の行動を解釈できるという。

例えば、ベルギーのブリュッセル自由大学のジャン・ルイ・ドネブール博士は、アリに決まった場所にもものを集める習性があることを観察し、それには「動いてものにぶつかるとそのものを持ち、また他のものにぶつかると持っているものをそこにおく」という「単純な規則」があることを見つけた。実際にその規則だけで動くアリロボットを作り実験した結果、時間が経つとアリロボットは何か所かにもものをきれいに集めていった。

もし昆虫が単純な規則の組み合わせだけで立派な社会を作るほど人間のまねができるのであれば、その「単純な規則」の組み合わせで音楽の表現もできるのではないかと考えた。

例えば、今回実験に用いたマルコフ過程は、デリケートな音楽を単純であるにもか

かわらず効率よく分析、再現することができ「単純な規則」である。単純な規則を組み合わせていくのに、例えば、車の動力の根元がエンジンであるように、機械がイベントを選択する源がマルコフ過程であると考えられる。他の単純な規則とマルコフ過程との組み合わせは、マルコフ過程の遷移確率行列を他の規則の変数によって変化させることで実現できると思う。

これから、その組み合わせをドロー系のソフトのベクトル情報のようなオブジェクトとして扱うことによる音楽の表現を研究して行く予定である。今回の実験はその出発である。

2.2 マルコフ過程による演奏に人間の感情価を変数として用いることの可能性

もし、'強さ'という感情因子を代表する遷移確率行列ができ、それを用いたマルコフ過程による演奏をだれが聞いても'強い'と感じるとしよう。また他の感情因子にも同様の遷移確率行列ができたとすると、各感情因子の遷移確率行列の数値的な計算によっていろいろな感情因子の組み合わせの曲ができ、各感情因子の反映度も自由に変えられ、しかもいろいろな変数値を時間的に変化させた曲を作ることができる。

例えば、'明るくてベートーヴェンばいジャズの曲'というのも理論上作ることができる。また前に述べた「サッカーゲームで相手のゴールに攻める場面は興奮を高める曲の変数値を変える」という変数値を変えることによって別の演奏をすることの可能性も知ることができる。

以上の準備段階として今回の実験では感情因子を5つに分類し、被験者の音楽の評価値を元にして感情因子を代表する遷移確率行列を作り、その遷移確率行列から作られたマルコフ過程の曲を再び被験者に評価させ、マルコフ過程に人間の感情価を変数として取り入れる可能性を調べた。

3 実験方法

3.1 実験の流れ

- ① 実験曲の選択
- ② 曲の分析
 - ・ 実験曲(14曲)の感情価評価実験
- ③ 被験者ごとに各感情因子の遷移確率行列を作る
- ④ マルコフ過程による演奏
- ⑤ マルコフ曲(5曲)の感情価評価実験
- ⑥ 感情価によるマルコフ過程の演奏の可能性を検討

3.2 音楽の評価の準備

谷口高士の「音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連の検討」と同じ方法で実験を行った。

音楽の感情価測定尺度予備調査で選出した形容語24項目で、音楽の感情価測定尺度(Affective Value Scale of Music; 以下、AVSM)を構成した。親和、強さ、軽さ、荘重の4尺度から各1項目、高揚尺度から高揚と抑鬱を表す項目名1項目の、6項目が1セットになるような順番に並べ、各項目の右に5段階の評定スケールを配置した。評定スケールは1から5までの数字で、その最上部に、全くあてはまらない(1)、ややあてはまらない(2)、どちらともいえない(3)、ややあてはまる(4)、よくあてはまる(5)という形容語を印刷した。また、参考のために曲の好き嫌いの5肢選択項目(好き、やや好き、どちらともいえない、やや嫌い、嫌い)を、形容語24項目の下に印刷した。

尺度得点の回答の得られた8名の各被験者について、作品ごとにAVSMの下位尺度得点を求めた。これらの得点は、各下位尺度の項目に対する被験者の評定値を単純加算したものである。但し、AVSMの高揚尺度に関しては、音楽の抑鬱傾向を表す4項目を逆転項目として処理して、高揚傾向を表す4項目の得点と合計し、他の尺度と得

点範囲を同じにするために、これを2分の1にしたものを尺度得点とした。各項目が1点から5点で、高揚尺度を除き各尺度が4項目から構成されているので、尺度得点の範囲は4点から20点である。

3.3 実験曲の選択

今回マルコフ過程による演奏で取り扱うのはメロディーとリズムだけである。したがって実験曲はメロディーとリズムだけで音楽の評価に用いる形容語の雰囲気を表現できる曲でなければならない。またメロディーとリズムだけが評定値の変数になるので、もし被験者が実験曲を過去に聞いたことがあれば音色や強弱なども変数になってしまう。被験者の聞いたことのない曲を選ばなければならない。

以上の2つの条件を満たす曲として韓国の童謡など、歌曲を選んだ。できるだけ高揚、親和、強さ、軽さ、荘重の5尺度に各々当てはまるような曲を、1つの尺度に片寄らないように14曲を分散して選んだ。

また、メロディーとリズム以外の要素は全部統一した。テンポは4分音符=100に、調性はC durとa mollになるように移調し、4分の4拍子の曲だけを用いた。曲はSMF(Standard MIDI File)として記録し、演奏はYAMAHAのQY-300というMIDIシーケンサで音色をピアノにして行った。

3.4 被験者

実験に使われる24個の形容語が理解可能で、かつ音楽に興味を持っている8名を選んで実験を行った。

3.5 感情因子を代表する遷移確率行列を作るための計算

例えば、高揚という1つの感情因子を代表する遷移確率行列を作るための計算の流れを紹介する。ある被験者の尺度得点が各曲に対してでき、14個の尺度得点表ができる。

- ① 曲1の高揚の値を曲1の遷移確率行列にかけてできる行列をP1とする。
- ② 同じ方法で曲2の高揚の値を曲2の遷移確率行列にかけ、その結果できる行列をP2とする。そうしていくとP1からP14まで14個の行列ができる。
- ③ それから14個の行列を足す。

$$P1+P2+\dots+P14$$

- ④ 最後にこの行列の各行を各行の和で割る。この行列を高揚という1つの感情因子を代表する遷移確率行列とする。

こうしてでき上がった行列を高揚の遷移確率行列とする根拠は、①②で高揚の尺度得点をかけたことによって14個の実験曲の中で、高揚の遷移確率行列ができるとき、高揚の尺度得点の高い曲の遷移確率行列は反映度が大きくなり、高揚の尺度得点の低い曲の反映度は小さくなるからである。従ってこのようにできた高揚の遷移確率行列は高揚と判断される要素を多く含んでいるはずである。この行列によるマルコフ過程の演奏を再び同じ被験者が聞いて同じ実験方法で評価をし、高揚の値が高くなれば実験は成功したと言える。

同様に親和、強さ、軽さ、荘重の遷移確率行列を計算する。

3.6 マルコフ過程による演奏

上の方法ででき上がった遷移確率行列でマルコフ過程による演奏を行うとき問題となるのは次のピッチを選んでいく計算をどうやってコンピュータにさせるかということである。これからその方法を紹介する。

- ① 3.5で作られた感情因子を代表する遷移確率行列の各行を累積して足していく。
- ② コンピュータに0から1までの乱数を発生させる。
- ③ 演奏されたピッチの行で②で発生した乱数と各列の値を左から右へ比較していき、初めて乱数を超える値の列のピッチを演奏する。例えば、演奏されたピッチがC3でそのとき発生した乱数が0.5であり、かつD3の値が0.59で乱数を初めて超えたとしたら、C3の次はD3を演奏すれば

いい。

- ④③で演奏されたピッチの行にジャンプし、また②から同じ過程を繰り返す。

今回の実験では単純マルコフ過程を使うことにした。2重マルコフ過程を使うには14曲のデータ量が少なすぎるからである。

3.7 マルコフ過程による演奏の評価

各感情因子は各被験者ごとに評価値が違うから被験者ごとに違う行列ができる。

次に、各々の被験者の評価値からできた行列によるマルコフ過程による演奏について同じ被験者を用いて3.2で行ったのと同じ評価実験を行う。

各感情因子、例えば、高揚の遷移確率行列によるマルコフ過程の演奏の高揚の評価値が他の尺度より高いかを検討する。

4 結果および討議

実験曲の感情価評価の結果などは省略し、最終的にマルコフ過程による演奏の感情価評価の結果だけを紹介する。

実験曲の感情価評価のとき、14曲の値がほぼ同じであれば、感情因子を代表する遷移確率行列を作るとしても14曲全部同じ反映度で行列ができてしまうため意味がない。それで8名の被験者の内で14曲に対してどの尺度もいいばらつきを示している3名を選び、次のマルコフ過程による演奏の実験を行うことにした。

4.1 マルコフ過程の曲の評価の結果

〈表1〉はマルコフ過程によって演奏された曲を評価した被験者Aの結果である。

高揚の曲の場合、高揚の値が大きければ、いい結果である。

被験者AとBは少し望んだ傾向を示しているが、明確ではなかった。被験者Cの場合は感情価の処理がほとんど効果がなかった。

5 結論と展望

5.1 実験の問題点

今回の実験ではいい結果が得られなかった。しかし、被験者によっては望む傾向が少しながら現われたので、この方法の可能性も見ることができた。

この実験の問題点は

1) 今回音楽の評価のために用いた「音楽の感情価測定尺度」は一般的な音楽を評価する方法である。しかし、今回の実験で評価した曲はメロディーとリズムだけの単純な曲であるから24個の形容語の中には被験者が混乱しやすい形容語がかなりあったと思う。この評価法は今回の実験にはそういう意味で適当ではなかったと思う。

例えば、「軽さ」という尺度の形容語の中には「気まぐれな」ということばがあるが、マルコフ過程を用いて作った曲を評価する場合、拍子が存在しないため、どの感情因子を代表する曲でも気まぐれな感じを受けてしまう。

	1回目					2回目					3回目				
	高揚	親和	強さ	軽さ	荘重	高揚	親和	強さ	軽さ	荘重	高揚	親和	強さ	軽さ	荘重
高揚の曲	12	6	15	10	13	17	10	18	14	7	17	7	15	18	5
親和の曲	5.5	12	6	9	14	15.5	18	11	6	9	9	13	14	10	9
強さの曲	10.5	10	18	16	10	11.5	12	16	16	10	17.5	18	10	7	9
軽さの曲	14.5	18	8	6	16	15.5	15	10	11	12	12.5	14	7	7	17
荘重の曲	17.5	13	8	7	13	14	12	7	12	11	15	13	13	17	5

〈表1〉

今後マルコフ過程の音楽の実験のための評価法を構想しなければならない。

2) また、今回メロディーとリズムとが互いに独立していると思われ、生成されたメロディーとリズムを順番に組み合わせる方法を使ったが、常識的に音楽のことを考えてもメロディーとリズムがお互いに独立しているとは思えない。メロディーとリズムの関数関係を見つけるのも今後の課題である。しかし、独立していると仮定したときに作られる曲の特性を観察できたことにも意味があったと思う。

5.2 展望

1) 今回遷移確率行列に影響を与える方法を使ったが、変数値を変えることによって違う演奏をすることの可能性を見つけたと思う。こうして変数値を変えていくことによって時々刻々変化していく音楽も作ることができる。また感情値の考えにくい組み合わせの曲も計算で作り出すことができる。それは遷移確率行列に数学的な処理をすることでコンピュータ上での実現を可能にする。

しかし、マルコフ過程だけでは音楽らしい音楽は生まれないと思う。音楽の構造的な理解とマルコフ過程を融合させなければならない。例えば、マルコフ過程の演奏のときは音楽の構造的規則のフィルターをかけるという方法が考えられる。

2) またマルコフ過程以外にも音楽の表現に有効な「単純な規則」があると思う。そのような規則を見つけて音楽表現のためのオブジェクトとして扱うことにより、人工知能などの知識と結び付くことが容易で、かつ新しい音楽表現の道が開けると思う。

6 参考文献

1) A. Hall & Lloyd Smith "A Computer Model of blues music and its evaluation"

Acoustical Society of America, Aug 1996

2) Douglas Lyon "Using Stochastic Petri Nets for Real-Time Nth-order Stochastic Composition" Computer Music Journal, Winter 1995, vol.19

3) Mira Balaban "The Music Structures Approach to Knowledge Representation for Music Processing" Computer Music Journal, Summer 1996

4) 谷口高士「音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連の検討」

5) 三輪真弘「コンピュータ・エイジの音楽理論」フォンテック