

遺伝的アルゴリズムを用いたジャズにおけるアドリブソロの生成

吉田 洋平 浜田 望 国松 昇*

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

慶應義塾大学大学院理工学研究科総合デザイン工学専攻 (* : 名誉教授)

TEL:(045-566-1463)

email:{yoshida,hamada}@hamada.sd.keio.ac.jp

遺伝的アルゴリズム (GA) を用いて被験者の好みを反映した楽曲を作成する対話型 GA の研究が広く行われている。対話型 GA を用いる際、被験者は自身の好みを作成する楽曲の中に反映することが出来ることになる。しかし実際には、提示されたメロディーを被験者が評価しやすくするためにメロディーに何らかの規制 (# , ♭ がメロディーに入らない等) をつけなくてはならず、被験者の好みを反映した楽曲が作成出来るとは言い難い。そのため、本研究では、作成するメロディーをジャズのアドリブソロに限定し、GA の評価部分にマルコフ過程などを用いることによって、対話型 GA の被験者に提示するメロディーをより判断しやすいものにするための手法を提案する。

A Method of Melody Composition of Jazz Adlib Solo Using Genetic Algorithm

Yohei YOSHIDA, Nozomu HAMADA, Noboru KUNIMATSU*

Integrated Design Engineering, Graduated School of Science and Technology, Keio
University (* : Emeritus Professor)

3-14-1, Hiyoshi, Kohoku Ward, Yokohama city, Kanagawa pref., Japan

TEL:(045-566-1463)

email:{yoshida,hamada}@hamada.sd.keio.ac.jp

Studies on interactive GA are widely performed to realize automatic music composition system. It aims to compose music reflecting the subject's favor. The subject can reflect his favor in music through interactive GA. In this process, we actually have to apply some restrictions to the melody to evaluate composed music. Our aim is to realize automatic composition system to evaluate music easily for subject, especially by focusing on Jazz music. In the method, Markov process modelling and music theory are used for evaluation function.

1. はじめに

計算機を自動作曲に用いる試みは現在までに多く研究されており、遺伝的アルゴリズム (GA) の分野においても、1991年、Horner と Goldberg が自動作曲に GA を用いて以来⁽¹⁾、盛んに研究が行われるようになった。また、1993年に Karl Sims によって、数値的な評価に変わって被験者が染色体を評価する、「対話型遺伝的アルゴリズム」が提案されてからは⁽²⁾、それに関する様々な研究が行われている。その目的は、音楽的知識のない人が自身の好みを反映させた楽曲を作成することが出来るよう、GA の学習機能を用いて作曲支援を行うことである。理論的には、対話型 GA を用いれば、全ての被験者が自身の好みを取り入れた楽曲を作成できることになるが、そこで幾つかの問題が生じる。

対話型 GA は、まず計算機が音楽理論などを元に作成したいいくつかのメロディー (楽曲) を被験者に提示し、それを被験者が評価することで、次の世代以降、より被験者の好みにあったメロディーを作成する手法である。被験者が選んだメロディーが次の世代の親遺伝子となって新たな遺伝子を作成するため、世代を経るに従って被験者はより自分の好みに適したメロディーを得られることになる。この場合、被験者に音楽的知識がないことを考慮すると、1世代目にくるメロディーは被験者が判断を下しやすいよう、調性感のはっきりしたメロディーである必要がある。なぜなら、調性感のはっきりしない (無調な印象が強い) メロディーは感覚的に間違ったメロディーだと判断される可能性が高く、またそのようなメロディーばかりが提示された場合、被験者はどのメロディーに高い評価を与えればいいのか判断に苦しむことになるからだ。そのような問題を回避するために、計算機が 1 世代目に調性感の強いメロディーを作成するように設定しなくてはならない。これは 2

世代目以降、メロディーに突然変異を起こす場合にも同様に起こる問題であり、その場合においても調性感の弱い突然変異の発生を避ける必要がある。この結果、最終的に被験者が作成するメロディーは、被験者の好みの反映というより、調性感の極めて強い、童謡のような平易なものになってしまう可能性が高い。また被験者が作成したいと思っていた楽曲に対するイメージとは程遠いものが出来てしまう恐れがある。

このような問題を解決するための手法として、本論文では 2 つの方法を提案する。一つは作成する楽曲のジャンルを最初から固定することである。例を挙げると、ジャズにおいて一般的に使われるメロディーは、ポップスのコード進行においては非常に複雑で難解な印象を与えるものになってしまうが、ジャズのコード進行の上で演奏された場合、理論的にも感覚的にも非常に整合性が高いものであることが多い。つまり、メロディーにはそれぞれのジャンルに適した音の配列やリズムがあるため、ジャンルを絞らずに漠然と作曲をするシステムをつくるよりも、特定のジャンルに特化したシステム作りを目指したほうが、より高度な自動作曲を実現できる可能性が高い。また、実際のプロの作曲家が作曲するジャンルをあらかじめ決めることなく作曲していることも極めてまれだと予想されるので、音楽的知識の乏しい人向けの作曲支援システムを作る場合でも、特定のジャンルに特化したシステムを作ることは有効な方法であると考えられる。そのため、本研究では GA によって作曲を行う対象を、ジャズにおけるアドリブソロに定める。(アドリブ=即興演奏も一種の作曲であると考えた)

もう一つは対話型 GA における 1 世代目の遺伝子の作成手法についての提案である。先に述べたように、対話型 GA では被験者が好悪を判断しやすい遺伝子 (メロディー) を 1 世代目に作成する

必要がある。ジャズのアドリブソロは複雑でありながらもコードとの相関や理論的整合性が強くあり、ただランダムに音符を並べただけではジャズらしいメロディーの作成は困難である。そこで、本研究では音楽理論並びに著名な演奏家の楽譜から抽出した情報を GA の評価に用い、ある程度まで完成されたアドリブソロを作成してから対話型 GA に移行し、人の評価を取り入れることにする。これにより、被験者は 1 世代目の遺伝子の評価を容易に行うことが出来るようになる。また、GA で音楽理論などの数値的評価を、対話型 GA で人の感性的評価を取り入れることで、より実際の作曲に近い形での自動作曲を行うことが出来ると考えられる。

以上のことを踏まえ、本研究では対話型 GA における作曲の前段階として(1 世代目に用いる遺伝子として)、GA を用いてレスター・ヤング、チャーリー・パーカーという二人の高名なサックスの演奏家の特徴を捉えたアドリブソロの作成を目指す。その理由は、音楽的知識のない人が作曲を行う時、まず考えるのが「誰々のような曲を作りたい」、もしくは「この曲とこの曲を混ぜたようなものが作りたい」といったことである可能性が高く、その場合、既存楽曲の情報から新たな楽曲を作成するシステムが有用であると考えられるからである。

2. GA を用いたメロディーの作成法

2. 1 着眼点

ジャズにおいて演奏者がアドリブソロを演奏する際、演奏者は主に二つのことを念頭において演奏を行っていることが知られている⁽³⁾。一つは連続する和音に対して適切な調性やスケールを選択し演奏することであり、もう一つは演奏している時点で瞬間的に鳴っている和声の響きと演奏するメロディーの関係である。これらの評価を GA に用いれば、各コードやコード進行に対してジャズの

な解釈を施し自動作曲を行うことが可能だと考えられる。しかし、以上の二つはジャズを演奏する、ほとんどすべての演奏者に共通の認識である。そのため、特定の演奏者の特徴を有したシステムを作成するには別の評価が必要である。本研究では、マルコフ過程を用いてそれぞれの演奏者の特徴を捉え、GA の評価として用いている。これら 3 つの評価を総合して、それぞれのメロディー（遺伝子）に対する評価とする。

2. 2 コード進行に対しての調性、スケールの対応とその評価

本研究では、GA を用いてジャズのコード進行に合わせてアドリブソロを作成するシステムを構築する。特にここではスタンダード曲である「コンファメーション」を取り上げ具体的に述べる。図 1 は「コンファメーション」のコード進行である。この曲は調性が F メジャー（へ長調）であり、細部に部分的な転調を含んではいるものの、調としては非常に近いことと後述する各和音での評価を考慮すると、全体としては F メジャースケールが適切なスケールであると考えることが出来る。従って、メロディーに F メジャースケールを構成する（ファ、ソ、ラ、シ \flat 、ド、レ、ミ）が出現した場合、そのメロディーに一定の評価を与えることとする。

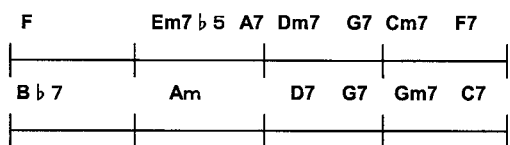


図 1 コンファメーションのコード進行

2. 3 各和音に対応したメロディーの評価

和音毎に、メロディーがその構成音の一部に含まれているかを評価する。ジャズにおいて、アル

ベジオと言われるコードを分解して演奏する手法が極めて多く用いられる。そのためこのような評価を用いることは、ジャズらしいフィーリングを持ったメロディーを作成するために有効であると考えられる。また、メロディーを隠れマルコフ過程における出力、コード進行を状態遷移とみなした研究⁽⁴⁾もあり、メロディーをコードから派生するものとみなすことも出来る。

この評価について例を挙げて説明を行うと、コードが Dm7 の部分では、コードの構成音が（レ、ファ、ラ、ド）になるのでそれらの音がメロディーに出現した場合、一定の評価を与えるというものである。前述した部分転調に関して述べると、「コンファメーション」においては Cm7 → F7 等がそれにあたり、この部分においては調性を B♭メジャー、適切なスケールを B♭メジャースケールだと考えることが出来るが、Fメジャースケールとの違いは構成音がミであるかミ♭であるかということだけであり、Cm7、F7 は共に構成音にミ♭を持っているので、結果としては B♭メジャースケールの構成音が Fメジャースケール同様の高い評価を得ることになり、部分転調を表現出来ると考えられ

る。

2. 4 マルコフ過程を用いたメロディーの評価

マルコフ過程を自動作曲のために用いる研究は多く行われている。(5)の論文では、連続する3音について前の2音を一つの状態とみなすことによって、2重マルコフ過程を単純マルコフと捉える手法が提案されている。本研究では、この手法を用いて音符の遷移を2重マルコフ過程で数値的に捉え、GAの評価として使用している。サンプルに用いた楽譜上において、出現回数が多かった遷移と同様の遷移がメロディーに現れた場合、その遷移に応じて評価を与える。

3. 作曲支援システムの構成

図2にシステムの構成を示した。本研究で取り組んでいるのは手順4までであり、対話型GAの前段階としてのメロディー作成である。また、上述した2.2~2.4の3つの評価は手順2で用いるためのものである。

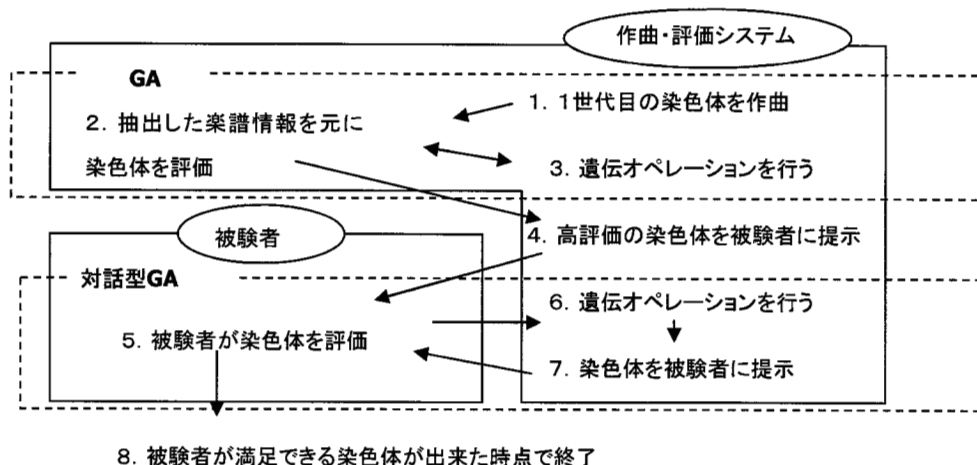


図2 システムの構成

4. 実験

4. 1 実験条件

ジャズの著名なサクソ奏者であるレスター・ヤング（以下ヤング）、チャーリー・パーカー（以下パーカー）の演奏から楽譜情報を抽出し、先の3つの評価をGAの評価として用いることで、ジャズのスタンダード楽曲である「コンファメーション」のコード進行にあわせてメロディーの作成を行った。被験者にはまず、ヤングとパーカーの演奏をそれぞれの特徴をおおまかに理解できたと感じられるまで聴いてもらう。次にそれぞれの楽譜情報を用いてGAで作成したメロディーをランダムに並べて聴いてもらい、どのメロディーが一番二人の演奏家に近いと感じたか、またその完成度はどれくらいであったかを5段階で評価してもらう。GAで作成したメロディーは、それぞれの演奏家に関して1世代目、100世代目、2000世代目の計6つを用意した。



図3 ヤングの楽譜情報から作成した2000世代目のメロディー



図4 パーカーの楽譜情報から作成した2000世代目のメロディー

4. 2 実験結果

図5に実験結果を示す。被験者がの回答が高い

確率で情報の抽出対象と一致していることから、本研究で用いた評価がジャズにおけるメロディーの作成に関して有用であることが確認出来た。また、ヤングの2000世代目に関しては多くの被験者から高い評価を得たが、パーカーの2000世代目に関しては演奏者の特定はある程度行えるものの、評価に関してはあまりよい結果が得られなかった。その理由としては、パーカーの演奏には16分音符や3連符を用いた装飾音符的な細かいフレーズが多く、本研究で用いたシャッフルの8分音符だけの特徴の再現は難しかったということが挙げられる。また、実際のパーカーの演奏には同じフレーズをモチーフとして使って少しずつ変化させていくような場合が多く見受けられる。そのようなメロディーの作成を行うためには、新しい評価を導入するか、対話型GAでの評価で対応するかの二つの解決方が考えられるが、プログラムの難しさを考慮すると実現の可能性が高いのは後者であると考えられる。

演奏者	一致率	評価平均
レスター・ヤング	100%	4.2
チャーリー・パーカー	60%	2.6

図5 実験結果

5. おわりに

本研究では、GAに3種類の数値的評価を用いることで、ジャズミュージックにおいてメロディー作成を行う手法を提案した。はじめにも述べたが、ここで作成したメロディーは、対話型GAのシステムにおいて1世代目のメロディー（遺伝子）として使用されることを念頭に置いて作られている。よってその点を踏まえた上で実験結果について考察を行う。

実験結果からは、ヤングの演奏については高い評価が得られたが、パーカーについてはあまり良

い結果が得られなかった。上述したように、細かい音符が出ないことがその主な原因であると考えられる。試しに、3連符や16分音符も発生するようにプログラムを組んだが、あまりうまくはいかなかった。その原因としては、

- ・ 早いフレーズは、演奏の難しさから音程の遷移が小さくなる傾向にあること
- ・ 16分音符や3連符の出現は、8分音符のシャッフルが基本であるジャズにおいてはまれであり、またその出現箇所にもある程度の特徴があること

等が挙げられる。今後はこれらの問題に対処するためのあらたな評価方法を確立しなくてはならない。

ヤングに関しては、ある程度高い評価が得られた。また上に述べたようなシステムの改善を行えば、パーカーにおいても同様の評価が得られる可能性がある。これらの改善を行った後の研究方針として、GAを用いてさらに完成度の高いメロディーの作成を目指すか、対話型GAに研究の主題を移し本研究の結果を用いていくといった方向性が考えられるが、現在は後者を目指すことを考えている。その理由は、音楽を聴いた際に似ているかどうかの判断は人によって様々に異なることが予想でき、数値のみによって作曲を行うよりも、人の評価を取り入れることでそのような個人個人の差異を埋めていくほうがよりよい研究結果に繋がると考えられるからである。

90年代以降、テクノやハウスミュージックなどの分野で楽曲の制作においてコンピュータの使用が一般的になり、既存楽曲のサンプリングや模倣を行い、作曲というより編集によって新たな楽曲を作り出すといったケースが増加している。しかし既存楽曲のサンプリングや模倣は著作権の点で多くの問題があるため、最近では様々なジャンルの演奏が収録されている著作権フリーのCDなどが

多く市場に出回っている。本研究を含めた自動作曲の主な目的は、人工知能への応用などを考慮した人間の音楽的能力の解明や模倣、人間の音楽的感性の理解・分析であると考えられるが、本研究が様々な演奏家や作曲家、ジャンルにおいても適用出来るようになれば、現在のそのような需要を満たす作曲支援システムの構築が可能なのではないかと考えられる。なぜなら既に演奏が完成されているCDやデータと違い、本研究で目指しているような対話型GAであれば、演奏をユーザー自身が満足するまで作り替えていくことが可能だからである。

参考文献

- (1)A.Horner, D.E. Goldberg “Genetic Algorithm and Computer-Assisted Music Composition” Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms, Morgan Kaufman, San Mateo, CA, 1991.
- (2)Karl Sims “Interactive Evolution of Equations for Procedural Models” The Visual Computer 9, 8, pp. 466-476, 1993
- (3)渡辺貞夫 “ジャズスタディ” エー・ティ・エヌ
- (4)川上隆、中井満、下平博、嵯峨山茂樹 “隠れマルコフモデルを用いた旋律への自動和声付け” 信学技報, SP99-156, pp.25-32, 2000
- (5)C.Aimes “The Markov Process as a Compositional Model:A Survey and Tutorial” LEONARD Vol22 ,No2,pp.175-187,1989
- (6)J. A. Biles “GenJam: A Genetic Algorithm for Generating Jazz Solos” In Proceedings of the 1994 International Computer Music Conference, ICMA, San Francisco, 1994
- (7) 哇原宗之,鬼沢武久 “個人の主観を反映したインタラクティブ作曲支援システム”, エンタテインメントコンピューティング 2004 論文集、情報処理学会, pp.130-135, 2004