

旋律の演奏特徴量を反映させた作曲支援のための自動伴奏生成

宮田 佳奈[†], 酒向 慎司[†], 北村 正[†]

[†] 名古屋工業大学

1 はじめに

本研究では、音楽知識のない人でも作曲が行えるよう支援する方法を提案する。曲は主に旋律と伴奏から構成されている。それぞれが音楽的な意味を持ち、調和することが重要であるが、そのためには音楽的な知識や作曲技法が必要とされる。つまり、旋律と伴奏は独立していないため、一方が決定することによりもう一方の選択が限られ、決定しやすくなる。曲全てを作ることは困難であっても、旋律のみならばアイデアに依存することが多く、十分な知識がなくとも創成できる。そこで、旋律の入力に対して伴奏を自動で生成することを考える。また、本研究では伴奏生成において、演奏表情の特徴を考慮する。これにより、楽譜からでは読み取ることのできない曲の雰囲気や特徴が判別でき、より使用者の意思を反映させた伴奏を生成する。なお本研究では、旋律に対し、付与される和音を伴奏とし、対旋律や副旋律などは考えないものとする。

2 作曲技法の計算機への応用

音楽理論や作曲技法に基づいて設計したルールを定める。旋律が入力されたら、含まれる演奏表情から3章で後述するルールに乗っ取り、1小節単位で伴奏スタイルや音数を決定する。続いて旋律の音高と、与えられたコード名から伴奏の和音の決定(ヴォイスイング)を行う。本研究ではヴォイスイングの際に音楽的同時性(響き)と音楽的連続性(流れ)を考慮する。最終的に、決定された伴奏を旋律に付与し、曲として出力する。伴奏決定の具体的なルールの設計について以下3章で述べる。

3 伴奏生成に基づく作曲支援

3.1 演奏特徴量の反映ルール

演奏の特徴量を活用し、より豊かな表情を持った伴奏を生成するため、演奏に含まれる以下の3つの特徴量を反映させる。これにより、同じ旋律であっても演奏方法により生成される伴奏が変化し、より使用者の意思が反映される。

ノートオンのタイミング 拍からのずれであり、それと同様のずれを持った伴奏を生成することで、入力系列と親和性の高い伴奏を生成する。

ノートオフのタイミング 音の長さであり、曲の雰囲気が部分的に反映されていると考えられるため、伴奏スタイルの変化として反映させる(図1)。長い音が多く演奏されているとバラードのような印象を、短い音が多く演奏されていると躍動感のある曲の印象を持たせる。

ダイナミクス 伴奏の音数(1音から5音)と音量を、旋律の音量の変化に追従させる。

3.2 ルールに基づくヴォイスイング

ルールベースの自動ヴォイスイングの既存手法[1]を参考にヴォイスングルールを決定した。より豊かな響きのヴォイスングを実現するために、和音が1オクターブ以上に渡っているスプレッドヴォイスイングを考える。また、コード構成音以外の音であるテンション音も用いたヴォイスイングを扱う。テンション音を用いることでヴォイスイングは複雑になるが、和音の候補が広がり、より豊かな音色を生成する。ここでは、テンション音を2音用いる場合と1音用いる場合を考え、演奏

表1: ヴォイスングルール

top	u_a	u_a	u_a	u_a	v_a	v_a	v_a	v_a
	u_b	u_b	7th	t	v_b	v_b	7th	3rd
	7th	t	u_b	u_b	7th	3rd	v_b	v_b
	t	7th	t	7th	3rd	7th	3rd	7th
root	root	root	root	root	root	root	root	root

u_a, u_b : テンション音, t : 3rd or 5th note
 v_a : テンション音, v_b : 5th note
 または v_a : 5th note, v_b : テンション音

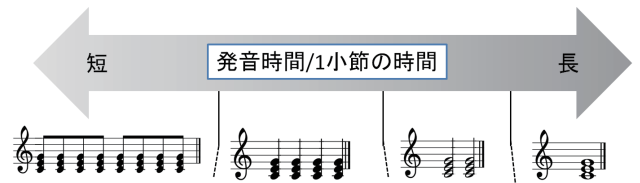


図1: ノートオフのタイミングの反映

実現性を考慮し音数が最大5つになるようにコード音の省略を行う。先述のように、演奏の特徴によって優先順位の高い音から採用し、和音の音数を変化させる。

与えられたコード名から表1のルールに従って、コード名単位でヴォイスイングの候補をあげる。これにより、音楽的同時性を満たすヴォイスイング候補を設定する。

次に連続性を考慮するため、遷移コスト $D(i)$ を以下の式で求める。

$$D(i) = \left(\sum_{j=1}^5 |V_i^{(j)} - V_{i-1}^{(j)}| \right) \times w_i$$

$V_i^{(j)}$ を i 番目のコードの j 番目の音, w_i を重みとし、和音間の遷移コストの総和が最小となるものを最適な和音列とする。

また、和音の響きの自然性を保つため、以下のように重みを定める。

$$w_i = \begin{cases} 2 & \text{(旋律と和音構成音が半音} \\ & \text{または全音でぶつかり不協和となる場合)} \\ 0.5 & \text{(和音構成音に旋律音が} \\ & \text{含まれている場合)} \end{cases}$$

3.3 調性からのコード推定

音楽知識がない人にとって、旋律との兼ね合いや進行を考慮した適切なコードを与えることは難しい。そのような場合には、旋律と調性からコード推定を行う。推定は1小節単位で行う。1小節ごとに、そのコードを構成する各音高について、小節内の各音の音価を合計した値を求める。これを、候補となる全てのコードと旋律音に対して行う。さらに、その値に和音遷移確率を乗じ、その値が最も大きくなるものをその小節に最もふさわしいコードとし、決定する。遷移確率については、1小節前に決定済みのコードから現在の和音候補への遷移を考え、音楽理論に従って、長調と短調の場合でそれぞれの確率の比を4段階で定める。

4 実験

演奏特徴量の反映と、システムのヴォイス能力の評価を行った。入力として、表2の旋律とコード名を与えた。

4.1 曲の生成実験

入力演奏の表情の多少による違いを図2, 3に示す。入力に含まれる表情によって生成される伴奏の音数やリズムが異なることから、演奏の特徴が伴奏生成に反映されていることが確認出来た。具体的には、図2については、旋律の音量も一定で拍からのずれもない。また、音の長さも次の音の開始まで発音されている旋律を入力としている。この場合の伴奏は音数は全て5つ、リズムも音量も全て一定であり、平坦な演奏で旋律を入力した場合、伴奏も平坦なものになっている。図3について、5小節目を見ると、旋律の拍からのずれに伴って伴奏が追従している。また、1小節目のように旋律のダイナミクスが小さいときには和音の音数は2つ、5小節目のように旋律のダイナミクスが大きき場合には和音の音数は5つと、ダイナミクスに応じて和音の音数、また伴奏のダイナミクスが変化していることも確認出来た。そして、音の長さによって伴奏スタイルが変化した例として、1小節目の全音符、3小節目の二分音符が生成されている。

4.2 生成結果の客観評価

生成された曲と、実際のプロのジャズ演奏を比較する評価実験を行った。ジャズは演奏者により和音が変わるため、各曲それぞれ2種類の実演奏(表2)を用いる。和音構成音(用いられているテンション音、省略されているコード音)を抽出し、生成した曲との差違の程度を比較した。曲の生成においては、単純な和音が常時5つ出力されるよう固定した。生成した曲の最大5音のうち、実演奏が持つ和音構成音との一致を累積し、実演奏の音数との商を小節ごとに求めた。

それぞれの和音構成音の一部と一致率を表3, 4に示す。演奏者により演奏される和音が異なり、音楽理論をルール化しただけではカバーしきれない部分があることがわかった。そのため、演奏者ごとの特徴を取り入れの検討が必要であると考えられる。実演奏と和音が異なっていた箇所の理由として、実演奏ではテンション音を3音以上用いている場合があり、2音までしか用いていない本手法では対応できない部分があったことが考えられる。また、本研究ではベース音としてコードのルート音を用いているが、実演奏ではコードのルート音以外の音をベース音として演奏されている箇所が見られた。これらの対応できていない部分については、改善の必要があると考えられる。

5 むすび

本稿では、作曲支援を目的とした、旋律からの伴奏の自動生成手法を提案した。作曲法や音楽理論をルール化し、音楽的同時性と連続性を考慮したヴォイスを行った。曲の生成実験より、演奏の表情を反映した伴奏が生成可能であることが確認できた。また、評価実験からは、作曲法だけでなく、ジャズの演奏法に関するルールの導入が必要であることが示された。今後の課題としてルールの改善、追加があげられる。コードのルート音以外をベース音として用いる分数コードや、演奏者ごとの特徴の取り入れの検討を行いたい。

表2: 客観評価で用いた演奏

使用楽曲	3.2章で用いた演奏
NEFERTITI (冒頭 14小節)	Wayne Shorter オリジナル演奏
Autumn Leaves (冒頭 31小節)	Herbie Hancock オリジナルセッション
	Bill Evans オリジナル演奏
	Herbie Hancock オリジナル演奏



図2: 平坦な演奏を入力した場合 (Autumn Leaves)



図3: 表情を多く含む入力をした場合 (Autumn Leaves)

表3: 評価実験結果 [NEFERTITI] (下線はベース音)

	1.A♭M	2.D♭	3.Gm7 ^(b5)	4.C7	...	overall
system	1, 5, 7, #11, 9	1, 3, 5, 7, #11	1, 3, b5, 7, 11	1, 3, 7, b9, #11	...	
Shorter	1, 3, 7, #11	1, 3, 5, 9	1, 3, b5, 7	1, 3, 7	...	69%
Hancock	1, 3, 7, #11	1, 5, 7, #11, 9	b5, 7, 11, 9	1, 3, 13, #7	...	61%

表4: 評価実験結果 [Autumn Leaves] (下線はベース音)

	1.Cm7	2.F7	3.B♭M7	4.E♭M7	...	overall
system	1, 5, 7, 9, 11	1, 5, 7, b9, 13	1, 5, 7, 9, #11	1, 3, 7, 9, #11	...	
Evans	3, 5, 7, 9	3, 7, b9, #11, 13	1, 5, 9	1, 3, 5, 13	...	53%
Hancock	1, 5, 7, 11	3, 7, b9, 11, #11, b13	1, 3, 9, 13, #13	1, 3, 5, 9, 13	...	63%

参考文献

[1] J. Watanabe, etc : "A system generating jazz-style chord sequences for solo piano", Proc. ICPC10, 2008.
 [2] 遠藤尚美 : "ピアニストのためのジャズ・ピアノ理論の基礎", 自由現代社, 2010.
 [3] 三浦, 他 : "ポップス系の旋律に対する和声付与システム:AMOR", 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.5, pp.1176-1187, 2005.
 [4] 北川祐 : "ポピュラー音楽理論", リットーミュージック, 1994.
 [5] ビル・エバンス : "枯葉", 日本クラウン, 1996.
 [6] イリアース・ウィズ・ハービー・ハンコック : "枯葉", EMI ミュージック・ジャパン, 1995.
 [7] マイルス・デイヴィス : "NEFERTITI", コロムビア・レコード, 1967.
 [8] "Herbie Hancock. Private Piano Lessons", Jazz Life No.146, pp102-pp107,1989.