

テクニカルノート

音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム “INSPIRATION”

谷井章夫[†] 片寄晴弘[†]

本論文では、必ずしも正しくない、おおざっぱなキーボード演奏から演奏意図を判断し、実時間で、音楽的に正しい演奏に変換する音楽システムについて述べる。テンポや、音の強弱、音の高低、コードを弾こうとしているのかフレーズを弾こうとしているのか、などのユーザのおおまかな演奏意図を保持した状態で、音楽的に正しいスケールノートやコードトーンへの変換処理を行う。これにより、ピアノ非経験者でもある程度意思の反映した即興演奏を楽しむことが可能となった。システムにより生成される演奏は、あたかも演奏者自身により奏でられているかのような印象を周囲の人間に与えることが確認された。

The Piano Performance System “INSPIRATION”
Which Complements Music Knowledge and SkillAKIO YATSUI[†] and HARUHIRO KATAYOSE[†]

In this paper, we describe a performance system which translates rough keyboard performance into musically correct performance at real time. This system changes the scale notes and chord notes, maintaining the performer's intention rendered to outline of melody contour, chord density and tempo. The system enables a non-experienced piano player as if he/she can play music well.

1. はじめに

音楽演奏の楽しさとしては、1) 楽器を用いた自己表現、2) 技能習得の達成、3) 合奏におけるインタラクションなどがあげられる。昨今の集団的音楽教育では、知識や技術の教育に重心が置かれており、必ずしも自己表現の可能性が追及されているとはいえない¹⁾。この事項に注目し、計算機を用いて音楽的な知識や技能を補完する演奏システムとして、指1本の打鍵動作で、テンポ、音量など指揮的な演奏表現を行う「Two Finger Piano (TFP)²⁾」や、モーションキャプチャセンサを用いて単純な動作でブルース演奏を行う「PlaytheDE³⁾」、また、音の高低のかわりに機能の順序でコントローラの配置を並べ替え、ピーバップ風のソロ演奏を行う「音機能固定楽器⁴⁾」などの提案がなされてきた。

本論文では、鍵盤楽器を対象に、テンポや、音の強弱、音の高低、同時入力音数などのユーザのおおまかな演奏意図を保持し、スケールノート やコードトーン への変換処理によって音楽知識・技能を補完す

る演奏システムについて述べる。このシステムは、必ずしも音楽的に正しくない演奏を音楽的なものに変換することで、楽器演奏が苦手な人でも演奏表現を楽しめるアミューズメント性を追求するものである。

以下、2章ではシステム概要、3章ではシステムの内部処理、4章では評価について述べる。

2. システム概要

本システムでは、自動生成するコード進行をベースに、調性からの離脱やルートの半音下降進行などを自由に転回するモード、ブルースの典型的なコード進行に従って、ブルース風の演奏に変換するモード、さらに既存の楽曲(ポップス)をベースに、コードポジションやサブフレーズなどを演奏するモードがある。それぞれ音楽的制約に違いはあるものの、基本的には、コードを弾こうとしているのかフレーズを弾こうとしているのかの判別、その入力の概形を保持した形での音楽的な補正を実現している。図1にシステムの概要を示す。

[†] 和歌山大学システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

1940年代半ばに発生した、より自由奔放なスタイルを持ったジャズ。
スケールを構成する各音。
ルート音、3度音、5度音、7度音。

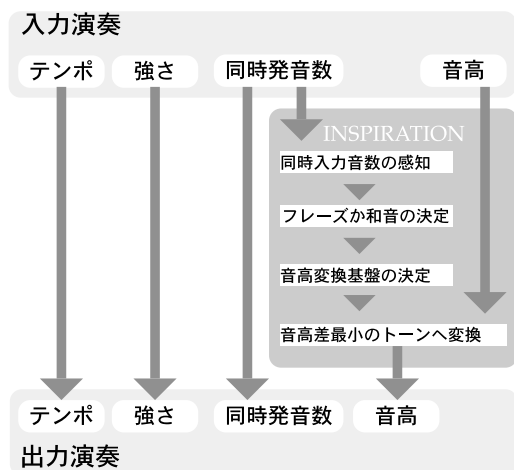


図1 システム概要図

Fig. 1 The outline of this system.

本システムでは、入力演奏をスケールノートやコードトーンに変換し出力する機能を備えているため、ユーザは、鍵盤から適確にそれらを選択し演奏する必要はない。テンポや音の強さ、同時入力音数や大ざっぱな音の高低位置などの意思はユーザにより制御できるように設計されており、ユーザは表現の枠組みを与える。これにより、ピアノ非経験者でもある程度意思の反映した即興演奏を楽しむことができる。変換された演奏はあたかも演奏者自身の演奏であるかのような印象を周囲の人間に与える。入力インターフェースとしては、MIDI キーボード、実装には MAX を用いている。

図2に本システムを用いた演奏風景を示す。なお、演奏状況については、<http://media.sys.wakayama-u.ac.jp/~s025062/inspire.html> から閲覧可能である。

3. システム内部処理

3.1 同時入力音数感知

本システムでは、まず、演奏者がフレーズと和音のどちらを演奏しようとしているのかの判別を行う。発音の同時性知覚に関する研究事例は、心理学の分野で実施されているが、実際のシステム構成を使った前実験により判別基準を設定することにした。10人のピアノ非経験者の、和音（同時に複数音の打鍵することを意識する）演奏における時間的な散らばりを検討した結果、入力音数に関係なく 30 ms 以下に収まることが確認された。一方、2音の入力時間を微妙にずらすという条件下での時間間隔は 40～70 ms に集中した。本



図2 “INSPIRATION” 使用中の演奏風景

Fig. 2 Improvisation by using this system.

システムにおいては、和音とそうでない音の判断基準を 30 ms に設定し、あるノートの受信から 30 ms 以内に別のノートの受信の有無を調べることにより、ユーザが和音とフレーズのどちらを意識して入力したかを判断するようにした。なお、本システムではフレーズと和音が重なり合う場合も考慮し、同時複数音入力でも上部 2 音が 2 オクターブ以上離れている場合は、最上部に位置する音をフレーズ音、それ以下を和音と判断するようにしている。

3.2 音高変換処理

フレーズか和音かが感知できれば、次は音楽的な制約に基づいた演奏変換処理を行う。演奏変換処理に遅延が大きくなると、演奏感に大きな影響を与えてしまう。理想的には、遅延なく処理が実現することが求められるが、上記、ピアノ演奏非経験者を対象にリバーブをかけた演奏シミュレーションで実験を行ったところ、80 ms 以下の遅延に関しては、大きな違和感が感じられないことが確かめられた。システムにおいては、和音判別に必要な 30 ms に加えて、すべての処理が 50 ms で実施できるよう設計を行った。なお、この時間は、マシンパワーの向上により短縮できることが期待される。以下、フレーズ生成、アポイドノート処理、和音生成について述べたうえで、3つのモードについて説明を行う。

3.2.1 フレーズ生成

ある音の入力から 30 ms 以内に他の音の入力がない場合、演奏者は単音入力を意識したと判断し、その入力音とできる限り音高に差の生じないアベイラブルノートスケール上の音に変換することで、フレー

オブジェクトの結線によりプログラミングを行うマルチメディアオーサリング環境。

コードサウンドの構成上、除外されるべき音。具体的な用途や、その性格に応じて考えられる各種のコードの拠り所となるスケールのこと。

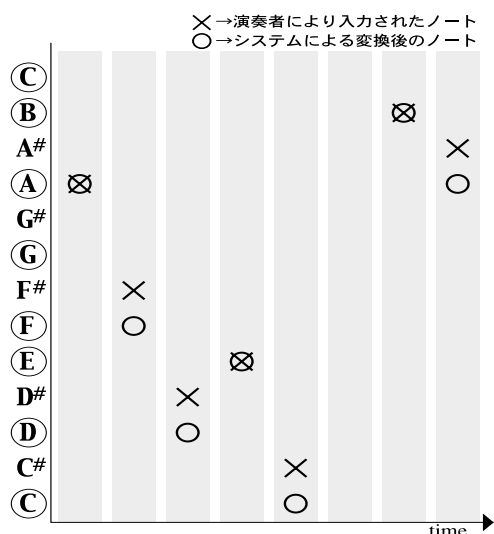


図3 Cメジャースケール時の変換処理の一例
Fig.3 Processing which changes a tone.

ズ構成音を生成し出力する。

3.2.2 アポイド ノート 処理

あるフレーズ音の生成から次のフレーズ音までに800 ms 以上あいた場合、本システムでは、次のフレーズが開始されたと判断し、その音の生成にはアポイドノートの使用を避けることで、できる限り違和感のない音楽生成を行っている。

3.2.3 和音生成

30 ms 以内の複数の入力音は、すべてコードトーンに変換し出力する。また、入力音数が5音以上の場合には、プロフェッショナル・ピアノ・ポジションによるテンション音を含んだ和音に変換することで緊張感を演出している。プロフェッショナル・ピアノ・ポジションとは、テンションノート¹とコードトーンを全音以下のインターバルでぶつけ合い、その2音の上下を3度以上インターバルを空けて別のコードトーンで挟みこむようにするスタイルであり、テンションノートの効果を最大限に引き出すことが可能となる。また、和音出力に関しても、入力音と出力音との間にできる限り音高の差が生じないように処理している。図3に、音楽的処理の一例を示した。

3.3 3つの演奏モード

3.3.1 Free モード

このモードでは、コード進行生成アルゴリズムを用いることで、自由な演奏を楽しむことを目的としている。コード進行は、ドミナント・モーション²やファ

ンクショナル・モーション³、クロマティック・モーション⁴などを考慮して自動生成される。コードチェンジのタイミングは、ユーザがペダル操作により制御する。

3.3.2 Blues モード

このモードは、ブルースのインプロビゼーションを目的にしている。そのコード進行は典型的なブルース構成に基づいて自動生成されている。また、ブルーノートを多用したスケールを用いることで、ブルースフィーリングを感じさせる即興演奏が可能となる。さらにブルースの雰囲気をも強めるために、ベースとドラムの自動演奏生成も同時に行っている。

3.3.3 既存楽曲モード

このモードでは、ポップスなどの既存楽曲を下敷きとし、それらしく伴奏パターンやサブメロディを演奏することを目的としている。典型的な使い方の1つとして、弾き語りを想定している。ユーザは、ペダルでリズムを刻み、MIDI ファイルの再生速度を制御しながら、おおざっぱなキーボード演奏を行う。システムは、入力音を実時間にコードトーンに変換する。これにより、既存楽曲における即興的な伴奏がだれにでも可能となった。また、主旋律に対する掛け合いフレーズの演奏なども可能である。なお、テンポは事前に設定可能である。

4. システムの仕様と評価

4.1 本システム使用者による評価

ピアノ経験者、非経験者による本システムの簡単な使用評価を行った。この結果、以下のようなコメントが得られた。

- 音楽理論の知識がなくてもピアノ即興演奏を味わえるので非常に楽しめた。
- 周りから見ると、変換後の演奏が、まるで演奏者自身により演奏されているかのような印象を受けた。
- コード進行に音楽的な豊かさを感じることができた。
- 生成後の演奏に自分の意思が反映していて楽しめた。
- 一方、ピアノ経験者からは不可思議であるとのコメントが得られた。

² 音の完全4度上向、もしくは完全5度下降した音程に解決したがる性質に従った進行。

³ 最も自然な印象である「トニック → サブドミナント → ドミナント → トニック」の流れを考慮した進行。

⁴ ドミナントモーションのもう1つの姿。裏コードに変換することによりルートが半音進行になる進行。

¹ 9度音, 11度音, 13度音のこと。



図4 本システム使用により得られた演奏の一例
Fig. 4 The score obtained by using this system.

演奏事例については、<http://media.sys.wakayama-u.ac.jp/~s025062/inspire.html> に示しているの、その動作について、参照されたい。図4に、実際にピアノ非経験者による演奏を、本システムを介して得られた演奏情報の一例を示す。

4.2 その他の研究との技術的比較

北陸先端科学技術大学院大学の西本による音機能固定楽器と低価格のキーボードとして商品化されているカシオトーンのアドリブミュージシャン機能との“INSPIRATION”との比較を行う。

音機能固定楽器は、音という部品を、その情緒的影響を与える作用という側面から一覧可能とし、かつ必要な機能を持つ部品に容易にアクセス可能とした楽器である⁴⁾。つまり、演奏生成においてどのような印象を与える音を選ぶかを演奏者自身の意思により決定されるわけである。しかし、1つの鍵盤に1つの機能を固定することは、コードごとに極端な音高の違いを発生してしまうことにつながる。

カシオトーンは、2音の同時入力時には音高の低い音をルートとする minor chord を自動生成し、3音の同時入力時には音高の最も低い音をルートとする Major7th chord を自動生成するというものである。つまり、演奏者の意思により本来のコードポジションを知らなくても、自分の意思でコードの生成ができる。しかし、これだけでは音楽的なつながりを持ったコード進行を作り出すことは、音楽知識のない人にとっては、困難である。また、単音入力に限定されるがスケールノートへの自動変換により、だれでも気軽にアドリブ演奏を楽しめる機能も存在する。しかし、アポイドノートに対する処理がないために違和感のあるフレーズが発生してしまうことがある。

本研究の“INSPIRATION”は、どの鍵盤を押せばどのような印象を与える音が生成されるかについては

十分な制御はできない。フレーズの概形やテンションを含む和音の密集性の制御に限定される。しかし、変換後の演奏に音楽的な違和感を生じることなく、表現ができる。鍵盤が本来出力すべき音高にできる限り近い音により変換出力し、演奏の基盤となるコード進行が音楽的に十分意味をなしているため、音楽的に豊かな演奏が可能となる。

5. おわりに

本研究では、鍵盤楽器を対象に、テンポや、音の強弱、音の高低、同時入力音数などのユーザのおおまかな演奏意図を保持し、スケールノートやコードトーンへの変換処理によって音楽知識・技能を補完する演奏システムを提案し実装した。これにより音楽知識の乏しい人間でもある程度意思の反映した演奏の生成が可能となった。システムにより生成される演奏が、あたかも演奏者自身により奏でられているかのような印象を周囲に与えている状況が観察された。従来の楽器演奏の意義や目的から考えると多少不可思議ではあるが、インタフェース、応用性の観点からは、興味深い。

今後は、レコード/プレイバック機能を備えることで、ピアノ非経験者のための作編曲システムとしても利用できるよう改良を行っていく予定である。また、ライブ演奏やジャムセッションの、実地応用も進めていきたい。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業 (JSPS-RFTF 99P01404) の補助を受けた。

参考文献

- 1) 片寄晴弘ほか：マルチメディア情報学「自己の表現」, p.311, 岩波書店 (2000).
- 2) 片寄晴弘, 竹内好宏, 上符裕一, 井口征士：TFPの改良と教育利用における評価, 情報処理学会音楽情報科学研究会研究報告 96-MUS, pp.21-25 (1996).
- 3) 片寄晴弘, 金森 務, 平井重行, 坂口貴司, 井口征士：簡易モーションキャプチャセンサ Digit-Eye3D とインタラクティブシステムへの応用, '98 論文集, pp.67-72 (1998).
- 4) 西本一志：創造的音楽表現を可能とする音楽演奏支援手法の検討—音機能固定マッピング楽器の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1556-1567 (1998).

(平成 13 年 6 月 7 日受付)

(平成 13 年 9 月 12 日採録)