

本著作物の著作権は情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。利用にあたっては、著作権法ならびに[情報処理学会倫理綱領](#)に従ってください。

The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). The material has been made available on the website by the author(s) under the agreement with the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and [Code of Ethics of the IPSJ](#) if any users wish to reproduce, distribute, or modify the whole or any part of the material.

ジャズ即興演奏のための 自動伴奏と半自動演奏アプリケーションの検討

池田 周平^{1,a)} 平賀 譲^{1,b)}

概要：ジャズ音楽における即興演奏方針のひとつに、次のような 2 つのプロセスからなる手法が存在する。

(i) 原曲のコード進行から使用するべき音の集合を決定する。(ii) 決定した集合の中から音を選択してアドリブを構成する。演奏しながらこの (i) の作業を実行するには即興演奏のための鍛錬が必要であり、初心者には高いハードルとなる。本発表では既知のコード進行から (i) の作業を自動で行い、ユーザが音を選択するだけでジャズの即興演奏が行えるというアプリケーションのプロトタイプを紹介する。本アプリケーションは Python で構築した。会場では本アプリケーションのデモを行い、改善案や追加機能について議論したい。

1. はじめに

1.1 背景

2019 年 1 月 18 日に、MIDI2.0 の開発と規格化が発表された [1]。新たな MIDI 規格によって、送受信される演奏情報は速度も情報量も格段に向上することが予想される。それに伴い、楽器と連携し、演奏情報を扱うアプリケーションについても大きな変化が訪れると予想される。

産業分野においても楽器とアプリケーションとの連携を意識した製品の発表や発売が行われるようになってきた。例えば、YAMAHA が配信する Chord Tracker は楽曲の音響信号を解析しコード進行を自動推定するアプリケーションである [2]。このアプリケーションと接続し、楽曲に合わせてセッションをすることのできるキーボードが発売された [3]。Roland からは、アプリケーションと連携し楽器音の変更や合奏が可能なデジタル管楽器 [4] や電子ドラムと連携し練習をゲーム感覚で行えるアプリケーション [5] が発表されている。

以上の背景をふまえ、楽器と連携するアプリケーションに今後必要な機能と演奏情報を議論するために、楽器未習熟者向けのジャズセッション体験アプリケーションのプロトタイプを作成した。会場でのデモと議論を経て、アプリケーションの改善を目指す。

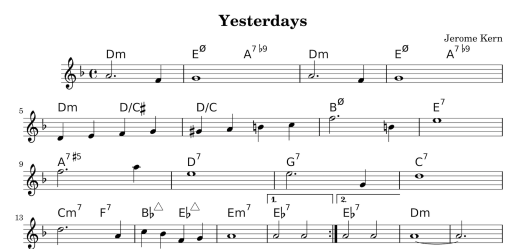


図 1 譜例:Jerome Kern 作 Yesterdays

1.2 モダンジャズの様式

本発表で対象とするのはモダンジャズによくみられる形式の即興演奏である。モダンジャズとは 1950 年代以降に発展したジャズの様式である。1950 年代以前のジャズの様式と比べ、コード進行の制約の中で即興演奏を中核にした音楽表現をおこなうことが特徴である [6]。

モダンジャズでは図 1 のようなメロディとコード進行が書かれた譜面を参考に、譜面を何周も繰り返しながら演奏を進める。1 周目は譜面に書かれたメロディに沿って演奏するが、2 周目からはコード進行に合う自由なメロディを即興で演奏する。

本発表のアプリケーションは、ここでいう2周目からのコード進行に合うメロディを楽器未習熟者が演奏するためのアプリケーションである。

2. 関連研究

本発表のアプリケーションに関連する先行研究としては、(1) 演奏中に人間とインタラクションができるシステム、(2) 即興演奏を支援するシステムが挙げられる。本発

¹ 筑波大学
University of Tsukuba
a) s1821604@s.tsukuba.ac.jp
b) hiraga@slis.tsukuba.ac.jp

表のシステムは、最終的に (1) と (2) の機能を合わせたものに仕上げたいと考えている。

(1) のシステムは即興演奏ができるユーザを対象としているのに対し、本アプリケーションは即興演奏ができないユーザを想定している。また、(2) の例として挙げるシステムは音楽的な理論だけでなく、人間の演奏データから学習したルールを用いて音高の補正や旋律の生成をおこなう。そのため、本アプリケーションに比べ自然な演奏が可能となる。

2.1 演奏中に人間とインタラクションができるシステム

和気らは、ユーザの演奏から演奏の盛り上がり进行を計算し、計算機上の演奏者が振舞いを変えるシステムを開発した [7]。後藤らによるセッションシステムでは、計算機上の演奏者が人間の演奏に反応するだけでなく、CG で描かれた計算機上の演奏者から身振りを通して人間に働きかけることができる [8]。

Pachet らは、人間の演奏スタイルを模倣し、システムとインタラクションしながら演奏ができるシステムを開発した [9]。ここでいうスタイルとは言語における文脈のようなものである。人間の演奏から、どの音高をどれくらいの長さで強さで演奏するかという情報を中心に学習する。スタイルを学習させながら演奏することも、あらかじめ学習しておいたスタイルで演奏することも可能である。

浜中らは、計算機に実演奏の振舞いを学習させ、任意の演奏者を模倣した計算機とセッションができるシステムを開発した [10]。このモデルでは、心理実験の結果から印象や意図との関連が深い演奏情報を判断した上で、振舞いの学習を行なっている。

2.2 即興演奏を支援するシステム

石田らは、即興演奏の習得のために、人間が弾いた音高が即興演奏として自然かを判断するシステムを開発した [11]。演奏された音高が不自然な場合は、自然な音高に補正する、または鍵盤を振動させることによって演奏者にフィードバックすることが可能である。石田らのシステムでは、人間による即興演奏データを対象に、使用された音がどのように連続しやすいかを学習することで、音楽理論のみを頼りに音を補正するよりも自由度の高い音選びができる。

北原らは、楽器未習熟者にも即興演奏が可能となるように、タッチパネルに指で曲線を描くことでメロディがリアルタイムに生成されるシステムを開発した [12]。このシステムも、人間の演奏からの学習に基づいて旋律を生成する。

3. アプリケーションの紹介

実装には Python 3.7 を用いた。Python を選択した理由はどのような環境でも入手・導入がしやすく応用範囲が広

いからである。

3.1 概要

本アプリケーションの流れを図 2 に示す。

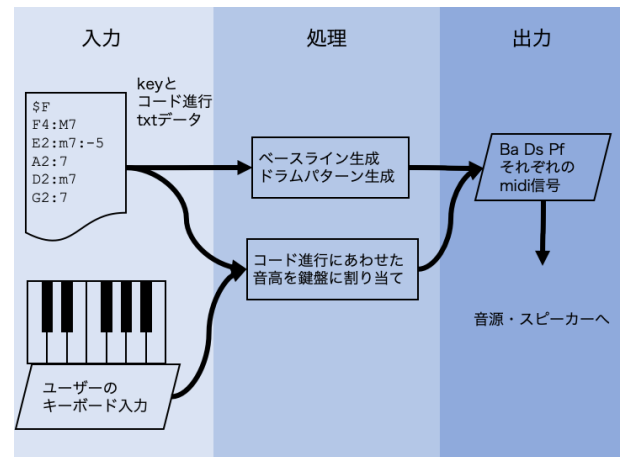


図 2 システムの流れ

本アプリケーションの入力は、演奏したい曲のコード進行を記したテキストファイルと、ユーザの演奏情報の2種類である。ユーザの演奏情報の入力には MIDI キーボードを想定している。アプリケーション内部で伴奏の生成と音高の割り当てを行ったのち、MIDI 信号がアプリケーションから出力される。出力された信号を音源に送信することで、音が出力される。

ユーザはプログラム実行時にオプションを入力することでテンポとフィール（ドラムパターンがスウィングするかどうか）を選択することができる。

プログラムを実行すると図 3 のような画面が表示され、ドラムとベースによる伴奏が始まる。

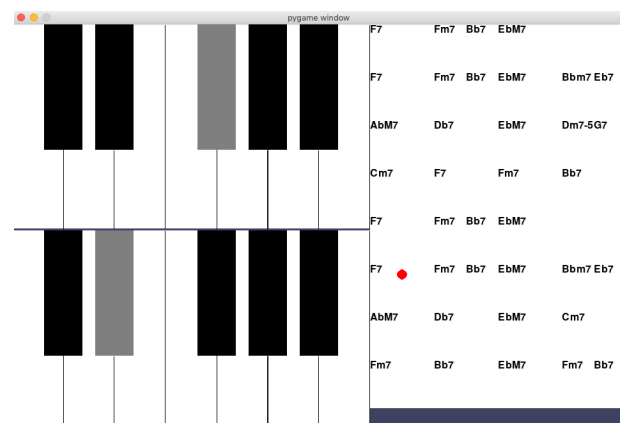


図 3 アプリケーション画面

ユーザは MIDI キーボードを操作することで、進行中の曲に合わせたメロディとコード伴奏を即興で演奏できる。曲のどの部分を演奏しているかは画面右側に描かれる赤い点で知ることができる。ユーザがどの鍵盤を押している

かが画面左上の鍵盤に表示される。補正後、どの音高が演奏されているかは、画面左下の鍵盤の表示で知ることができる。

3.2 入力ファイルの形式

図 4 に示すコード進行を表す入力ファイルの例を表 1 に示す。



図 4 譜例: 入力したいコード進行

表 1 入力ファイルの例

\$F
F4:M7
E2:m7:-5
Eb2:7
A4:m7:-5
D4:7:-9

入力 1 行目の \$F は曲のキーを指定する。\$ の後に続く音名が主音になり、メジャーかマイナーかは大文字か小文字かで判断する。b を使用する場合は Eb のようにアルファベット小文字の "b" で代用する。♯ の場合は "♯" を使用する。曲の途中で転調する場合はその箇所を "\$" をもちいて転調があったことを明示する。

2 行目以降は曲のコード進行を表す。最初のアルファベットはコードの根音を示す。これは大文字と小文字を区別しない。b や ♯ はキーの指定と同様 "b", "♯" で代用する。根音のアルファベットの後ろの数字はコードが持続する拍数を表す。1 行で 1 つのコードをあらわし、次のコードに移る際は改行する。コードの種類は、根音の後ろに ":" で区切って指定する。指定する文字は、ジャズにおける一般的なコードネーム表記にならった。指定がない場合はメジャートライアドになる。

3.3 ドラムパターンとベースライン生成部

ドラムパターンとベースラインはコード進行が与えられた時点で生成され、演奏中に変化しない。

ドラムパターンはコード進行入力で指定された拍数をもとに 2 拍, 3 拍, 4 拍のパターンを組み合わせで生成される。

ベースラインは 1 拍につき 1 音になるよう生成される。音高はコードチェンジごとに決定され、1 拍目は根音、最後の拍は次のコードの根音への導音になるように生成される。他の拍の音高はコードの構成音からランダムに選ばれる。

3.4 音高決定部

音高決定部ではユーザの MIDI キーボード入力を受け取り、入力した曲のコード進行に合う音高に補正して MIDI 信号を出力する。黒鍵にはメロディが演奏しやすい音高が、白鍵にはコードによる伴奏が演奏しやすい音高が割り当てられる。

例として、ユーザの入力と変換後の音高を図 5 に示す。



図 5 譜例: 入力と出力の関係

上の譜例において、最上段のアルファベットはテキストファイルから入力されたコード進行を示す。B メジャーキーの調号がある中段の譜面はユーザがどの鍵盤を叩いたかを表す。C メジャーキーの調号がある下段の譜面はアプリケーションによって変換された後の音高を表す。

3.4.1 黒鍵の音高

黒鍵には入力したファイルに記されたキーのペンタトニックスケールが割り当てられる。例えば、キーを C メジャーもしくは A マイナーに指定した場合、本来 F♯ の黒鍵を始点に C, D, E, G, A と音高が割り当てられる。

曲の進行中は、コード進行を参照し、音高を入れ替える。コード中のある音が、最初に割り当てられたスケールのどれかの半音下だった場合に入れ替えが生じる。コードにトニック (上の例では C) に対する完全 4 度上の音高が含まれる時は、トニックに対する完全 5 度上の音 (上の例では G) と入れ替えが生じる。例外として、演奏中のコードが E メジャーセブンスの場合は、root の半音下の音がコードに含まれるが、root との入れ替えはしない。入れ替えコードの構成音と音高入れ替えの例を表 2 に示す。

表 2 コードと黒鍵に割り当てられる音高の例

Cmaj7	C D E G A
Dm7	C D E F A
E7	B D E G G♯
G7	B D E F A
A7	C♯ D E G A

3.4.2 白鍵の音高

白鍵には、コードを用いた伴奏ができるように音高が割り当てられる。曲の進行によってコードが変わると、鍵盤に対応する音高も逐一変化する。割り当ての詳細を表 3 に示す。本来 C, D, E それぞれの音高の鍵盤は、1 つの鍵盤で複数の音になるように設定した。

表 3 白鍵に割り当てられる音高

本来の音高	変更後の音高 (演奏中のコードを基準とする)
C	7th(1 オクターブ下) と 3rd
D	3rd, 5th, 7th
E	3rd, 7th
F	root
G	3rd
A	5th
B	7th

トライアドの場合は, 7th に root の 1 オクターブ上の音を代用する。

4. おわりに

本発表では, 即興演奏の未経験者でも即興演奏が可能となる演奏アプリケーションのプロトタイプを紹介した。

今後は 2. の関連研究で触れたようなインタラクション機能の追加や, 音高の補正方法についての改善を予定している。また, MIDI コントローラを鍵盤以外のものに変更できるようにしたり, 楽器編成を自由に変更できるようにしたりすることで演奏の自由度が増すと考えている。

参考文献

- [1] 一般社団法人音楽電子事業協会 (AMEI) : MIDI2.0, <http://amei.or.jp/committee/MIDI2.0.pdf>, (参照 2019 年 4 月 28 日)
- [2] ヤマハ : Chord Tracker アプリ概要, https://jp.yamaha.com/products/musical_instruments/pianos/apps/chord_tracker/index.html, (参照 2019 年 4 月 28 日)
- [3] ヤマハニュースリリース : ヤマハ ショルダーキーボード sonogenic『SHS-500』, <https://www.yamaha.com/ja/news.release/2019/19021801/>, (参照 2019 年 4 月 28 日)
- [4] Roland ニュースリリース : 憧れのサックスの音色もすぐ吹ける「デジタル管楽器」がより身近になって登場, <https://www.roland.com/jp/news/0800/>, (参照 2019 年 4 月 28 日)
- [5] Roland ニュースリリース : ゲーム感覚でドラム練習ができる電子ドラム用アプリケーションを無料配信, <https://www.roland.com/jp/news/0781/>, (参照 2019 年 4 月 28 日)
- [6] 田柳恵美子 : 音楽のパフォーマンスデザインとイノベーション: ジャズにおける即興と革新を事例として, *Cognitive Studies*, vol.17, No.3, pp.459–473 (2010)
- [7] 和気早苗, 加藤博一, 才脇直樹, 井口征士 : テンション・パラメータを用いた協調型自動演奏システム: JASPER, 情報処理学会論文誌, vol. 35, No. 7, pp. 1469–1481 (1994)
- [8] 後藤真孝, 日高伊佐夫, 松本英明, 黒田洋介, 村岡洋一 : 仮想ジャズセッションシステム VirJa, 情報処理学会論文誌, vol. 40, No.4, pp. 1910–1921(1999)
- [9] Pachet, F. : Playing with virtual musicians: the continuator in practice, *IEEE Multimedia*, vol. 9, No. 3, pp.77–82 (2002)
- [10] 浜中雅俊, 後藤真孝, 麻生英樹, 大津展之 : Guitarist Simulator: 演奏者の振舞いを統計的に学習するジャムセッションシステム, 情報学会論文誌, vol.45, No.3, pp.698–706 (2004)
- [11] 石田克久, 北原鉄朗, 武田正之 : N-gram による旋律の音

楽適否判定に基づいた即興演奏支援システム, 情報処理学会論文誌, vol.46, No.7, pp. 1548–1559 (2005)

- [12] Kitahara, T., Giraldo, S., Ramírez, R. : JamSketch: Improvisation Support System with GA-Based Melody Creation from User's Drawing, *International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research*, pp. 509–521 (2017)