

音楽的自由度をコントロール変数とした セッションシステムの開発

高柳 剛* 青野 裕司* 平井 重行** 片寄 晴弘** 井口 征士*

*大阪大学大学院基礎工学研究科

**イメージ情報科学研究所

従来のセッションシステムを見てみると、入力演奏のみから演奏をコントロールするパラメータを抽出し、セッションを行うものと、乱数的に演奏を生成するものの2通りに大別できる。いずれのシステムにおいても、出力演奏の制御という点では問題があった。ところが、入力演奏とは独立したパラメータを用いると、これまでになかったコントローラビリティをもつセッションシステムが構築できる。本研究では、出力演奏をコントロールする独立的、抽象的なパラメータとして、音楽的自由度を提案する。音楽的自由度は演奏のタイミング的要素と音高的要素で作られる2次元平面内の点、もしくは領域である。これを用いた新たなセッションシステムを考える。

Development of a Session System with "Degree of Freedom in Musical Performance" as a Controller

Go Takayanagi* Yushi Aono* Shigeyuki Hirai** Haruhiro Katayose** Seiji Inokuchi*

*Graduate School of Engineering Science, Osaka University

**Laboratories of Image Information Science and Technology

Most of existing session systems are roughly classified under two major types. One type of them seems to output musical performance by extracting some control parameters from input musical performance. Another type seems to output random musical performance. Any system has a problem in ability to control output musical performance. However, with a parameter which is independent of input musical performance, we can construct a session system which has greater ability to control musical performance. In this paper, we propose "free-ness" (i.e., degree of freedom in musical performance) as an abstract independent parameter to control output musical performance. Free-ness is a sphere in a plane created by factors about timing when the sound is generated and tonal factor. Finally, we propose a new session system which uses free-ness as a controller.

1. はじめに

これまでのセッションシステムを見てみると、2通りに分けられる。そのうち一つは、入力演奏のみから抽象化された演奏制御情報を抽出し、セッションに利用するシステムである。例えば、テンションパラメータを用いたJasper^[1]や、ユーザのintention（意図）を抽出する日高らのシステム^[2]がその例としてあげられる。もう一つは乱数的に演奏を生成するシステムであり、アルゴリズム作曲や自動作曲システム等がその例である。

しかし、これらのシステムは、出力演奏の制御という点から考えると、そのコントローラビリティに問題があった。前者においては、ユーザは演奏を通じてのみ出力演奏を制御することが許され、入力方式には大きな制約が課せられていた。後者のシステムでは、出力演奏の生成そのものに介入することが難しかった。

この点を改善するには、演奏以外の独立したパラメータを入力とする必要がある。こういった試みの例には既に、後藤らのシステム^[3]がある。このシステムは、カメラを使ってユーザの動きをキャプチャし、演奏以外の独立した入力として利用していた。

本研究ではバンド演奏を対象に、音楽をコントロールする抽象的なパラメータとして、音楽的自由度を提案する。後述するが、音楽的自由度は、音高的要素と時間的要素を2軸にとった平面上に定義される。この音楽的自由度は入力演奏から得る方法と、入力演奏以外のインタフェースから得る方法がある。そこでまず従来型セッションシステムへの応用について述べる。そして将来的なアプローチの例として、演奏以外の独立した入力パラメータに、音楽的自由度を用いるセッションシステムのプロトタイプを提案する。

2. 音楽的自由度について

本研究においては、代表的なパートとしてボーカル、キーボード、ドラム、ベースを考えた。そしてそれらの演奏形態は、次のように仮定した。

表1. 仮定した各演奏パートの演奏形式

パート名	演奏形式
ボーカル, ベース	単音のメロディライン
キーボード	和音のみの演奏
ドラム	スネア, バスドラム, ハイハットのみ, フィルイン等は行わない

実際のセッションにおいて演奏者は、様々なスケールや和音といった音高的要素と、リズムパターンに代表される時間的要素を用いて演奏を行う。この音高的要素と時間的要素の選び方は多岐多様に渡り、非常に大きな自由度を持つといえる。音楽的自由度とは、これら2つの要素の選択肢の多さとその構成内容から規定されるものである。従ってこれらの要素がそれぞれ1次元的に評価されるような尺度を設定すれば、音楽的自由度はこれら2要素を軸にとった2次元平面上における点、もしくは領域であるといえる。次にその概念を示す。

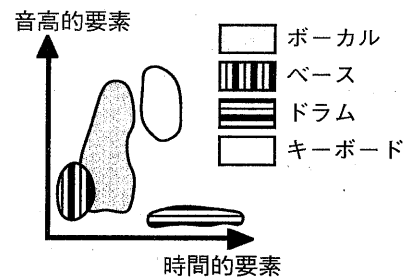


図1. 2次元平面内における音楽的自由度

音楽的自由度を2次元平面内で扱うためには、演奏の音高的要素と時間的要素に対する、適切な評価尺度を設定しなければならない。これには様々な方法が考えられるが、適切に行えば入力演奏から音楽的自由度は抽出できると考えられる。本研究における尺度の概念は、次章で述べる。

3. 評価尺度の設定

評価尺度の設定には様々な方法が考えられるが、単に音の高低や音数といった物理的側面のみに着目せず、より認知的な視点から行うのが望ましい。このような考えから、ここでは心理学分野における研究結果を利用した、評価尺度の設定例を示す。

3.1 音高的要素

KesslerとKrumhanslらは音楽経験者を対象に聴取実験を行った^[4]。実験の目的は、ある調におけるクロマチックスケール中の12音それぞれについて、相対的な重要さを調べることであった。被験者は、その調を代表する上昇スケールや和音等の音刺激と、クロマチックスケール上の12音それぞれの音との調和感(Goodness-of-fit)を、7段階で評価した。実験結果を次に示す。

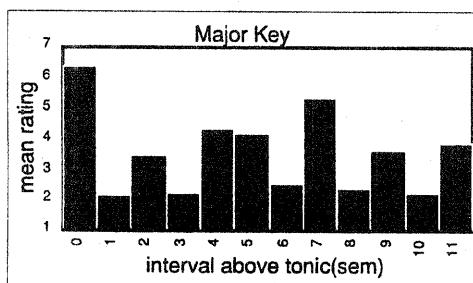


図2. 音の中心に対する各音の調和感 (Kessler&Krumhansl, 1982)

3.2 時間的要素

PalmerとKrumhanslらの研究^[5]では、発音時刻の違いによる拍子との調和感を評価する実験を行った。この実験では小節内の様々な位置について、図3のような時間的順序で基準音と試験音を鳴らし、実験を行った。結果を図4に示す。

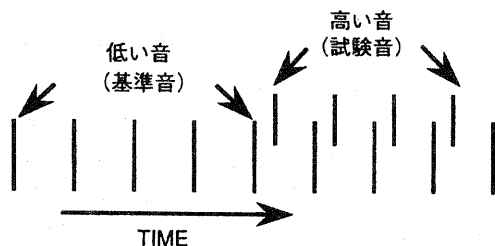


図3. 刺激音の時間的順序

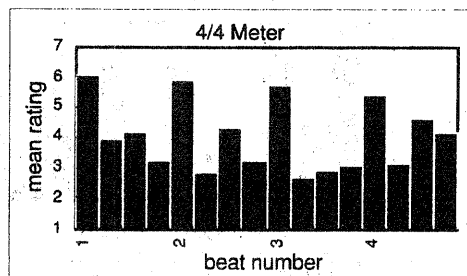


図4. タイミングの違いによる拍子との調和感 (Palmer&Krumhansl, 1990)

これらの実験結果における評価値は、様々な発音時刻や音高の、拍節構造や調性に対する相対的な重要さを表している。我々はこの評価値が、認知的な視点に立った評価尺度の設定に利用できると考えた。

3.3 演奏パターンの評価指標の提案

先の実験結果において高い評価値を持つ音高、発音時刻の音は、調性や拍節構造を強調するような性質をもち、実際の演奏において利用されることの多い音であるといえる。

一方、低い評価値をもつ音高、発音時刻の音は、逆に調性や拍節構造を薄弱にする性質があり、実際の演奏において利用されることの少ない、特異的、例外的な音であると考えられる。従って高い評価値を持つ音を多用した演奏は定型的な演奏で、基本的な演奏パターンであるといえる。また低い評価値を持つ音を多用した演奏は非定型で、より崩れた、応用的な演奏パターンであるといえる。

ここで、個々の音や演奏パターンの時間的要素と音高的要素の、非定型さ、あるいは崩れ度合いを表す指標として「Deformity」を定義する。個々の音の発音時刻と、音高のDeformityは、先の実験結果における評価値の逆数を、0-100に割り当てたものとした。先の2つの実験結果の評価値を、Deformityに変換した結果を図5、図6に示す。

これらを利用して、演奏パターンの音高的要素と時間的要素のDeformityを、それぞれ算出する。

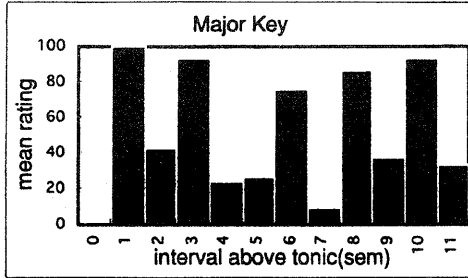


図5. 音高のDeformity (音高的要素)

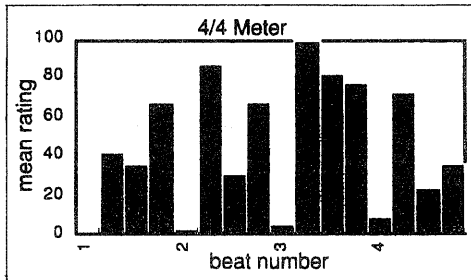


図6. 発音時刻のDeformity (時間的要素)

3.4 演奏パターンのDeformity

まず音高的要素を含む演奏パターンの評価例として、各種スケールの評価を行う。以下の試算では、スケールのDeformityは、構成音の音高のDeformityを平均したものとした。

表2. ハ長調における各スケールのDeformity

スケール名	構成音	Deformity
ダイアトニック	ドレミファソラシ	25.2
沖縄音階	ドミファソシ	18.9
spanish	ドド# ミファソソ# シ	40.3
Blue Pentatonic (in Major)	ドレ# ファソラ#	44.8

同様に各種和音の評価をする。和音のDeformityもスケールと同様に、個々の構成音の音高のDeformityを平均することで求めた。表3に評価例を示す。

さらにリズムパターンの評価例を表4に示す。リズムパターンの評価は、個々の音イベントの発音時刻のDeformityを平均し、算出した。

表3. ハ長調に対する各和音のDeformity

和音名	構成音	Deformity
C	ドミソ	11.2
CM7	ドミソシ	16.8
Caug	ドミソ#	37.0
C7(#9)	ドミラ# レ#	52.6
Fm	ファソ# ド	38.2
D	レファ# ラ	52.7

表4. 様々なリズムパターンのDeformity

リズムパターン	Deformity
	4.0
	11.8
	21.5
	27.5

このように、Deformityを用いれば、演奏パターンの時間的要素と、音高的要素を1次元的に評価でき、先に提案した2次元平面を生成することが可能となる。また上のような計算を行うことにより、ユーザの演奏を2次元平面上に表現できる。つまりユーザの音楽的自由度を抽出することができる。

4. 従来型セッションシステムへの応用

4.1 音楽的自由度の位置付け

セッション演奏において各演奏者は、ジェスチャー等の視覚的情報や、フレーズ、メロディといった音楽的情報など、様々な要素を媒体として利用する。音楽的自由度も、これら媒体の1つと考えられる。例えば、キーボードなどのソロ演奏の音楽的自由度が高くなるような演奏をしたとき、他の演奏者は自分の音楽的自由度を低くとり、ソリストを目立たせる場合がある。また、他の演奏者がソリストと同じ音楽的

自由度をとり、ユニゾンする場合もある。このように音楽的自由度は、演奏者同士のコミュニケーションの媒体となりうる。

4.2 演奏者の音楽的自由度の変化

前節で例にあげたような音楽的自由度を媒体としたコミュニケーションにおいて、各演奏者の行動の決定の仕方つまり、個性という要素は無視できない。今回は簡単に、前節のようなソロ型とユニゾン型の2つの個性を考えた。ソロ型の演奏者の音楽的自由度は、2次元平面内で、ある点を中心に大きさの変化する円とした。円の大きさはユーザの音楽的自由度の大きさに反比例的に決定される。ユニゾン型の演奏者の音楽的自由度は、平面内のユーザと同じ領域を与えることにした。これらの概念を次に示す。

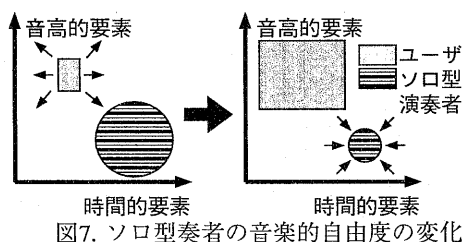


図7. ソロ型奏者の音楽的自由度の変化

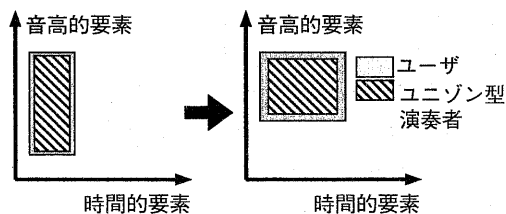


図8. ユニゾン型奏者の音楽的自由度の変化

4.3 セッションシステムの提案

従来型セッションシステムに音楽的自由度を導入する。このシステムでは入力演奏から音楽的自由度を抽出し、演奏をコントロールするパラメータとする。

今回利用するDeformityは、基準となる調の設定を必要とするが、これは事前にファイルで与える。次にユーザが担当する演奏パートを選び、その他のパートの演奏者の個性を設定しなければならない。このための演奏者を選択する

ためのスイッチと、それぞれの個性を選択するためのスイッチが必要となる。またソロ型奏者に対しては、2次元平面内の点を与える必要がある。

システムはユーザの演奏に対し、設定された個性に基づいて演奏を出力する。また各演奏パートの音楽的自由度を視覚的に表示する必要がある。

以上の入出力から、システムのユーザインタフェースであるコントロールパネルは、次の図のようになる。

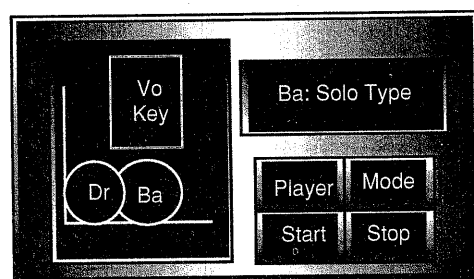


図9. コントロールパネル概要

なお演奏の入力デバイスにはキーボードを用いるが、ユーザがドラムパートを選択した場合、ドラムパッドからのリズムパターンからのみ入力も可能である。

4.4 内部構成

システム内に、入力演奏を解析する聴取部、各演奏者の音楽的自由度を決定する思考部、そして演奏パターンが記述されたデータベースをもつ出力部、という3つの機構を実装した。以下、各部の処理について述べる。

(1) 聴取部

1小節分のユーザの演奏パターンから、音高、時間的要素の2つのDeformity、つまり2次元平面上の座標値を計算する。この点の2次元平面内での移動の仕方を4小節にわたって調べ、ユーザの演奏の音楽的自由度を示す領域を決定する。この領域は本来特定の形状ではないが、簡単のため、この領域を含む最小の長方形で近似する。この長方形の位置や大きさが、思考部に渡される。

(2) 思考部

聴取部で算出したユーザの音楽的自由度と、事前に設定した個性をもとに、各演奏者にそれぞれ音楽的自由度を与える。この与え方は4.2節で記したように行う。各演奏者の音楽的自由度を示す平面上の領域が出力部に渡される。この処理は4小節ごとに行う。

(3) データベースと出力部

出力部はデータベースを持つ。データベースには、様々なDeformityをもつリズムパターン、スケール、和音の3つの演奏パターンを記述したテーブルが存在する。次にデータベースの概念図を示す。

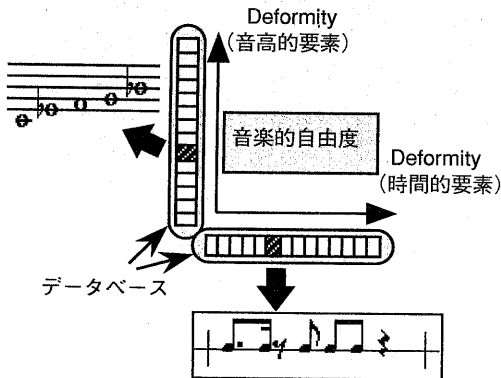


図10. データベースの概念

出力部は、思考部において決定された、各奏者の音楽的自由度を受け取る。そして各奏者の音楽的自由度に対応する平面上の領域内に、1小節毎にある1点を選ぶ。この点は、次小節で演奏される各奏者の演奏パターンに対応する。この点の座標値に近いDeformityを持つテーブルが、データベースから呼び出される。呼び出されたテーブルに記述されている演奏パターンは、組み合わせられ出力される。

4.5 本システムの問題点

音楽的自由度はこのように、従来のセッションシステムにおけるパラメータ同様に利用できる。しかしこのアプローチでは、出力演奏の変化は入力演奏に大きく依存するため、全体的な演奏のコントローラビリティには問題があるといえる。そこで入力演奏とは別の独立したコン

トローラとして、音楽的自由度を用いるセッションシステムのプロトタイプを、次章において提案する。

5. 将来的アプローチの例

演奏と、独立したパラメータを入力とし、出力演奏のコントローラビリティを向上させる試みを行う。その1例として、入力した和音に対し、音楽的自由度に基づいて様々なメロディ付けを行うシステムを考える。和音に対しメロディ付けをするタスクには様々な議論を伴うが、本研究ではコード構成音をベースとした、よりシンプルなメロディ付けアルゴリズムを採用する。

5.1 和声に対するメロディ付けの音楽的自由度

ここで考える音楽的自由度が設定される平面は、メロディ演奏の音高的要素と時間的要素が評価される空間でなければならない。従って、横軸に3章で計算したリズムパターンのDeformity、縦軸に個々の音のDeformityの分散をとった。分散を取る理由は、メロディとしては変化に富んだものの方が「崩れている」と考えたからである。さらにユーザインタフェースに1次元のパラメータを設ける。このパラメータは平面内の原点からの距離を表している。音楽的自由度は、この距離を半径とし、原点を中心とした円の円周に対応する。この概念を次に示す。この場合、音楽的自由度の操作はペダルなどによっても行なえる。

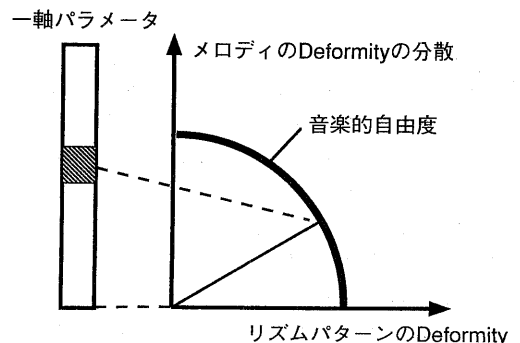


図11. 1次元パラメータと音楽的自由度

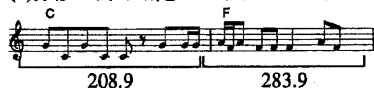
5.2 メロディ付けのアルゴリズムと生成例

この円周上の点に対応する時間的要素であるリズムパターンが、まず選ばれる。システムはこのリズムパターンに、入力された和音のトライアドの音を割り振る。そして作成したメロディに含まれる個々の音もつ、Deformityの分散を試しに計算する。そして音高的要素として指定された、個々の音のDeformityの分散値に近くなるように、作成したメロディ中の音をテンションノートに置き替えたり、トライアド中の音の種類を制限する。このような手順によって生成したメロディの例を示す。

(1) トライアドから乱数的に生成したメロディ



(2) 分散を高く指定した場合のメロディ



(3) 分散を低く指定した場合のメロディ



(譜中の数字は分散を表す)

図12. 分散の指示による生成メロディの例
(いずれもハ長調, 入力和音がCの場合)

5.3 考察

和音に対するメロディ付けというタスクには議論の必要があり、ここで採用したアルゴリズムでは本来、不十分である。しかしこのような簡単なアプローチでも、多様なメロディ付けを行うことができた。このことは、入力に対し演奏とは別の次元の独立したパラメータを併用すれば、出力演奏を容易に制御しうるインタフェースが実現できる可能性を示唆する。

6. まとめと今後の課題

音楽的自由度に関して定義を行った。そしてセッションシステムにおける出力演奏のコントロール性を向上させるために、演奏とは

別に、音楽的自由度を入力として与える方法を提案した。さらに音楽的自由度を演奏から抽出し、セッションシステムに利用する従来通りのアプローチを行った。最後に将来的なアプローチの例として、音楽的自由度を演奏とは別の独立した入力として利用した例を示し、出力演奏を容易に制御できるセッションシステムの実現の可能性を示した。

セッションシステムの入力を演奏に限定したアプローチは、もはや限界ではないかと指摘する意見⁶⁾もあるなか、入力演奏以外の独立したパラメータを併用し演奏を制御する方法は、セッションシステム構築における新たなアプローチといえる。このパラメータには、本研究で提案した音楽的自由度をはじめ、ジェスチャ等の視覚情報など様々なものが考えられるが、そのいずれもが、より直感的、直接的なインタフェースを実現しうる可能性を秘めていると考えられる。我々は今後、モーションキャプチャシステムやベダル等を介したシステム構成をとることにより、音楽的自由度を利用した、より直感的なインタフェースの実現について検討したい。

一方、音楽的自由度は、以下のような様々な利用の仕方が考えられる概念である。

(1) アレンジシステム

本稿で提案した従来型セッションシステムにおいて、各演奏者の音楽的自由度をあらゆる領域を2次元平面上で直接指定すれば、入力演奏を基本的に必要とせず出力演奏を変化させることもできる。あるいは、各演奏者の演奏の音楽的自由度を平面上の点と考え、座標値を2つのスライダー等を使って与えれば、各演奏者の演奏を平面内で自由にコントロールできる。このように音楽的自由度を用いると、セッションではなく、アレンジを行うためのシステムが構築できる。

(2) 演奏支援システム

音楽的自由度を独立パラメータとして利用する場合、時系列的に与える方法もある。この場合、演奏者は自分の演奏に専念しつつ、あらか

じめ設定した演奏の変化を持つ演奏を生成できる。

このように音楽的自由度を時系列的に与えると、演奏支援システムの構築が可能となる。

上に記したように、音楽的自由度をコントローラとして用いれば、様々な応用が考えられる。今後これらのアイディアについて実装を行うとともに、さらに新たな利用法を提案していく。

参考文献

[1] 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演奏システム-JASPER-", 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 7, pp. 1469-1481(1994)

[2] 日高伊佐夫, 後藤真孝, 村岡洋一, "すべてのプレイヤーが対等なジャズセッションシステム-II. ベーシストとドラマーの実現-", 情報処理学会音楽情報科学研究会研究報告, 96-MUS-14, Vol.96, No.19(1996)

[3] 後藤真孝, 日高伊佐夫, 松本英明, 黒田洋介, 村岡洋一, "すべてのプレイヤーが対等なジャズセッションシステム -I. システムの全体構想と分散環境での実装-", 音楽情報科学研究会研究報告, Vol.96, No.19(1996)

[4] Krumhansl, C. L. & Kessler, E. J., "Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys", *Psychological Review*, No.89, pp. 334-pp. 368 (1982)

[5] Palmer, C. & Krumhansl, C. L., "Mental representations for musical meter", *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, No. 16, pp. 728-pp. 741(1990)

[6] 青野裕司, 片寄晴弘, 井口征士, "アコースティック楽器を用いたセッションシステムの開発", 情報処理学会インタラクション '98 論文集, pp. 101-pp.107(1998)