

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月11日現在

機関番号：34316

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22700112

研究課題名（和文） アイゲンミュージックを用いた自動編曲手法の開発

研究課題名（英文） Automatic composition using Eigenmusic

研究代表者

三浦 雅展 (MIURA MASANOBU)

龍谷大学・理工学部・講師

研究者番号：80368034

研究成果の概要（和文）：

大量の音楽データより構成される音楽の基本要素「アイゲンミュージック」を提案し、それに基づいた自動編曲およびパターン間の類似度判定アルゴリズムを構築した。MIDI形式の約6000曲に含まれるベースパターンから、主成分分析により特徴的な演奏パターンを求め、それを用いることで音楽的に自然な楽曲を生成できた。またパターン間の類似度をより正確に求めることができ、ドラムパターン間の類似性を定量化することができた。

研究成果の概要（英文）：

This project focuses on the establishment of “Eigenmusic”, which is introduced as ground patterns of plenty of music of MIDI music and realizes methods for automatic composition as well as evaluation of similarity among musical patterns using the eigenmusic. The guitar bass patterns in popular music in 6000 MIDI excerpts are employed and then characteristic patterns of them are generated by the principle component analysis. Eigenmusic also realizes evaluation of the similarity of drum patterns in order to realize a score alignment for human performance of MIDI drums.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：メディア情報学，知能情報処理，音楽情報処理

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：主成分分析，MIDI，編曲，楽曲分類，ベース，ドラム，固有パターン，楽曲分析

## 1. 研究開始当初の背景

計算機を用いた音楽コンテンツの自動作曲は、古くからの多くの研究者の目標であり、その最初の試みとして1957年に世界最初の計算機による自動作曲によってIlliac組曲が作成された。その後、様々な自動作曲の手法

が実施された。例えばニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、あるいはHMMなどの新しい工学的手法が積極的に取り入れられたが、いずれも人間による高い評価を得ることは困難であった。近年では、楽曲の事例データベースを用いた作曲の試みもある

が、過去の演奏事例の一部をそのまま用いて連結させるといった手法が目立っている。このような手法では、適切な音楽コンテンツが作成されるとは言い難く、また、音楽コンテンツの本質を用いた手法とは言い難い。よって音楽的品質に関するユーザの要求を満たした自動作曲の手法とは言えない。また、音楽コンテンツの類似度計算を行なう上で、譜面上の相違点に基づいた従来の手法では、単に相違点の数え上げに近い距離計算法が主であったため、音楽的性質の違いに基づいた方法はこれまでになかった。しかし音楽聴取における人間の知覚を考えると、譜面上の相違点のみに基づくと言うよりも音楽的性質の違いの方が主な要因となるため、その考慮が求められたが、これまではその要求を満たす方法は示されていない。

## 2. 研究の目的

本プロジェクトでは、音楽コンテンツの基本的性質を表す「アイゲンミュージック」を提案し、アイゲンミュージックを用いた自動作曲を行なう。またアイゲンミュージックを用いた音楽パターンの類似度評価を行なう。1点目については、記号情報として表されている大量の音楽データからそれらに共通する成分を主成分分析によって抽出する。得られた特徴に基づいて与えられた楽曲に対する自動編曲を行なうものである。2点目は、楽曲に対する特徴分析であり、音楽パターンに対する類似度評価を譜面情報から行なうものであり、人間の主観的な類似度評価に近い評価が得られることを目指す。

音楽コンテンツの自由な創作を実現するために、「アイゲンミュージック」を用いた音楽コンテンツの自動生成手法を提案する。アイゲンミュージックとは、大量の音楽データを用いて、ドラムス、ベース、バックিং、メロディなどの各パートの演奏情報から求められた固有ベクトルから得られる基礎的な演奏情報であり、対象とする音楽コンテンツからの特徴抽出や、特定のアーティストやジャンルなどの特徴を持たせた、自由な音楽創作を可能とする。本研究は、約 6000 曲もの MIDI 楽曲を用いて記号処理ベースで行われ、得られた特徴に基づいた編曲の可能性も模索する。

## 3. 研究の方法

初めにアイゲンミュージックの構築の初期的段階として、大量の MIDI 音楽データを用いた分析を開始する。具体的には、ドラム、ベース、バックিং、メロディの 4 つに分割し、それぞれについて譜面上の長さの正規化を行なった上で、データ整理を行なう。その際、出現頻度に関する情報や、パターン間の類似度を求める手段についても検討する。特

に本研究ではベースとドラムパートについて検討する。次に、得られたパターン群から主成分分析を用いてアイゲンミュージックを構築し、それに基づいて、与えられたパートと楽曲に対する編曲手法およびドラムパターン間の距離を求める手段を提案する。具体的には、自動編曲については楽曲の特徴を抽出した処理結果を用いて、ユーザが「よく用いられる一般的なパターン」や「あまり用いられない稀少なパターン」などのクエリに応じた自動編曲を行なう。

## 4. 研究成果

### (1) ベースパート自動編曲

ポピュラー音楽における楽曲のリズムを生成する代表的な楽器として、ベースやドラムなどが挙げられる。ドラム演奏に関する先行研究では、大量の MIDI 楽曲からドラムパターンを抽出し、ドラムに関する事例データベースの構築、ドラムの特徴を抽出などが行なわれている。しかし、ベースの特徴を分析するためには必須と考えられる、ベースの特徴量に関するデータベースの構築は行なわれていなかった。そこで本研究では、ジャンル「J.POP」と分類された 3097 曲から、単位区間ごとに抽出されたベースパターンを構成要素とするデータベースを構築する。このデータベースから主成分分析を用いてベースパターンの特徴を抽出し、これに基づいたベースパート自動編曲システムを提案する。

提案する編曲システムでは、ポピュラー音楽のベースパートに限定したアイゲンミュージック Eigenphrase of bass guitar を用いて編曲を行なう。具体的には、編曲したい楽曲を入力し、Onset profile for eigenphrase of bass guitar を用いてオンセット位置、Interval profile for eigenphrase of bass guitar を用いてノートナンバ、Dynamics profile for eigenphrase of bass guitar を用いてヴェロシティ値を決定する。図 1 にベースパート編曲システムの概要を示す。提案する編曲を行なう際、各主成分の相対重みが必要となる。この相対重みにより、様々なベースパターンが生成される。本研究では、全てのベースパターンに対し、各パターンで Eigenphrase for bass の第  $M$  主成分の主成分スコアを算出し、この主成分スコアの平均値を平均フレーズの特徴を表す相対重みとして扱うことで、一般的で自然な編曲が可能になるのではないかと考えられる。また、この相対重みを用いた編曲を「平均編曲」、主成分スコアの平均から正規乱数を算出し、相対重みにした編曲を「正規乱数編曲」、主成分スコアからランダムに相対重みを使用した編曲を「一様乱数編曲」と呼ぶ。各編曲における、相対重みとして使用される値の分布を図 2 で示す。

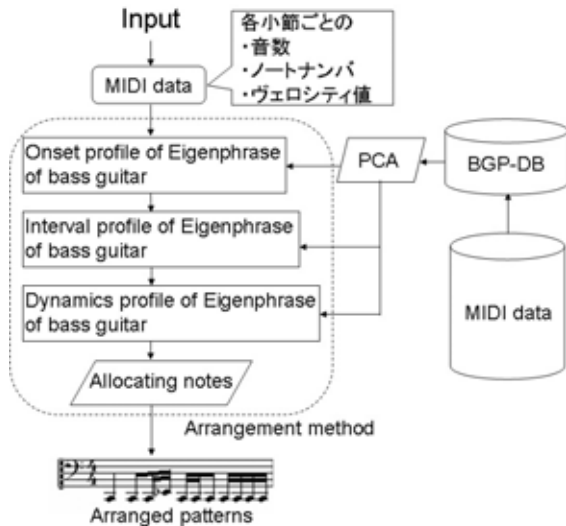


図1 ベースパート編曲システムの概要

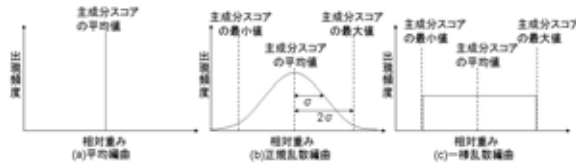


図2 各編曲における、相対重みとして使用される値の分布

提案する編曲手法の有用性の検証のために、10曲のベースパートに対して編曲を行なった楽曲3種類と原曲の計4種類ずつを1セットとし、評価者にランダムに聴取させた。そして、1セット内の楽曲それぞれに、「自然」、「好み」、「奇抜」、「安定」、「楽しさ」の5つの評価項目に対して、1セット内の4曲で順位を付けさせ、この順位を基に評価スコアを算出した。

評価者全8名の「自然」に対する平均評価スコアにおいて、原曲と平均編曲の平均評価スコアとの間に差が無く、平均編曲より正規乱数編曲の平均評価スコアが低く、正規乱数編曲より一様乱数編曲の平均評価スコアが低いことから、相対重みを主成分スコアの平均から分散させるほど、自然な編曲ではなくなるのが分かった。 $(p < .05)$  つまり、主成分スコアの平均を相対重みとして用いる平均編曲は、自然な編曲を行なう目的において有効な手段であることが分かる。また、平均編曲が自然な編曲を目的において、有効な手段であるということは、本研究で提案した自動編曲手法はベースパタンの特徴に基づいた編曲が行なうことが出来たと考えられる。

本研究では、主成分分析を用いてベースパタンの特徴量として、Eigenphrase of bass guitar を抽出した。さらに、Eigenphrase of bass guitar を用いたベースパート自動編曲システムを開発し、評価実験により、提案す

る編曲手法の有用性が確認された。今後の展望としては、Eigenphrase of bass guitar を用いることにより、ユーザのクエリに応じた自動編曲システムの開発を提案する予定である。

### (2) ドラム演奏の自動楽譜推定

奏者が演奏した楽譜を推定する最も単純な手法として、クオンタイズ (quantize) があるが、人間のドラム演奏には、奏者の癖などにより生じる楽譜からのずれが必ず存在する。そのため、クオンタイズを用いて楽譜推定を行なうと、実演奏の音符が、奏者の意図した楽譜における対応する位置とは異なる位置に配置されてしまう危険性がある。その問題を解決するために、本研究では、楽曲中で実際に用いられた大量のドラムパターンを格納したデータベースを用いて、実演奏とドラムパターンを用いて楽譜を推定する。ここでデータベースのパターンと当該パターンとを比較する必要があるため、Eigenphrase of drums を用いて定量化する。これにより、譜面上の差違からパターン間の音楽的な差を考慮することができる。

本研究で提案する楽譜推定手法の概要を図3に示す。本研究では、楽譜を推定する手法として MAP (Maximum a Posteriori) 推定を採用する。本研究では、ドラムパターンの打叩時刻および出現頻度を格納したデータベースを用いる。このデータベースには、MIDI楽曲約5000曲中に出現したドラムパターンのうち、バスドラム・スネアドラム・ハイハットからなるパターンのみが格納されている。ドラムパターンは4/4拍子、1小節で構成されており、32分音符の精度でクオンタイズされている。

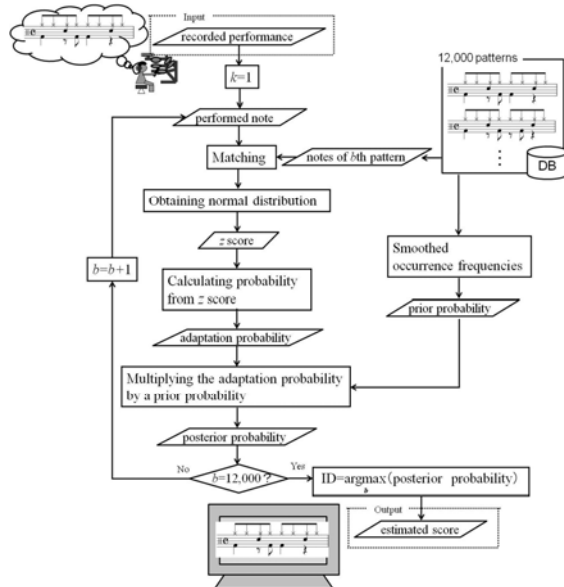


図3 楽譜推定の概要

MAP 推定では事前確率が必要となるが、デ

ータベースにおけるスパースネス問題に対応するために、類似したドラムパターンの出現頻度を加味することによりスムージングを行なった。よって、ドラムパターン間の類似度を求める必要がある。ここで、ベクトル化されたパターン間のユークリッド距離を算出し、それを類似度とする方法が挙げられるが、この手法ではパターン間の音楽的な差を表わすことができない。そこで本研究では、ドラムパターンに特化したアイゲンミュージックである Eigenphrase of drums を用いることによりドラムパターンの演奏の特徴を表わし、かつその類似度を算出する。Eigenphrase of drums とは、ドラムパターンの打叩時刻のみを表わすベクトルを大量のパターンに対して定め、それらのベクトルから成る行列に対して主成分分析を行ない、算出された主成分得点行列を指す。Eigenphrase of drums と各パターンの打叩時刻を乗算することにより、ドラムパターンの主成分スコアを算出し、その主成分スコアを用いてドラムパターン間のユークリッド距離を算出し、それを類似度として用いる。Eigenphrase of drums を用いることにより、ドラムパターンの特徴を考慮した類似度が算出できることが期待される。

ドラムパターン間のユークリッド距離の算出例を図4に示す。図4のDsは打叩時刻から算出されたユークリッド距離、Dpは主成分スコアから算出されたユークリッド距離を示す。この図より、当該パターンとパターンI、当該パターンとパターンIIのDsは同一であるが、Dpの値は異なっていることがわかる。また、パターンIは8ビートで構成されているが、パターンIIは16ビートで構成されているため、与えられたドラムパターンがパターンIに近いという判断の妥当性がわかる。よって、Eigenphrase of drums を用いて算出されたユークリッド距離は、音列の差を表わすことができている。

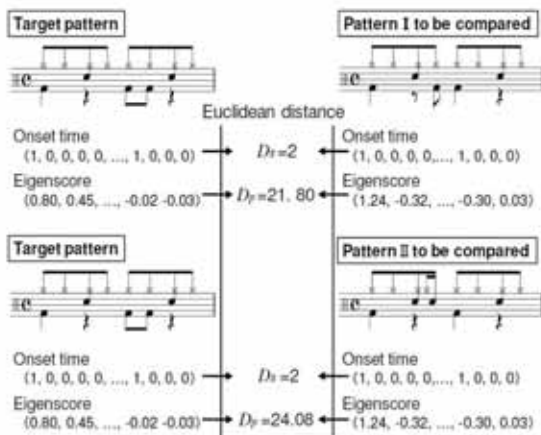


図4 パターン間の距離の算出例

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Yuzo Abe, Yuki Murakami and Masanobu Miura, "Automatic arrangement for the bass guitar part in popular music", *Acoustical Science & Technology*, 査読有(印刷中)

一瀬護, 村上優樹, 安部裕造, 森口徳崇, 安井希子, 三浦雅展"アドホック無線通信上で動作する合奏システムの構築", *日本音響学会誌*, 査読有, Vol.67, 6, pp.221-232 (2011)

[学会発表](計3件)

小西 夕貴, 三浦 雅展, "ドラムセットによるループ演奏音を対象とした楽譜推定" *日本音響学会平成23年年秋季研究発表会*, 1-3-17, pp.913-916 (2011.9.20), 島根大学

Yuki Konishi and Masanobu Miura, "Estimating musical score of drum performance based on the Bayesian method", *International Symposium on Performance Science*, pp.599-604 (2011.8.27), Toronto, Canada

安部 裕造, 村上 優樹, 三浦 雅展, "Eigenphrase of bass guitar に基づいたベースパート自動編曲の試み", *日本音響学会平成22年秋季研究発表会*, 2-7-10, pp.891-894 (2010.9.15), 関西大学千里山キャンパス

[その他]

ホームページ等

<http://miu.i.ryukoku.ac.jp>

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

三浦 雅展 (MIURA MASANOBU)

龍谷大学・理工学部・講師

研究者番号: 80368034

(2)研究分担者

( )

研究者番号:

(3)連携研究者

( )

研究者番号: