

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K20340

研究課題名（和文）統計学習と進化理論に基づく音楽創作の学習・進化の研究

研究課題名（英文）Investigation on acquisition and dynamics of music creation based on theories of statistical learning and evolution

研究代表者

中村 栄太（Nakamura, Eita）

京都大学・白眉センター・特定助教

研究者番号：10707574

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：文化の創造と進化を支える知能の働きを理解するため、本研究では統計学習と進化理論を融合する枠組みによって、音楽の創作スタイルに見られる動的な統計学習過程を理論と観測実験により調べた。実験研究では、西洋クラシック音楽や日本のポピュラー音楽などの歴史的音楽データを収集し、その音楽的特徴の変化を統計的に分析した。この結果、音楽要素の頻度の分布形や時代変化に法則があることを発見した。理論研究では、統計学習により文化的生産をする創作者とデータを評価する鑑賞者からなる集団の時間発展を表す、統計学習生成系と呼ぶ力学系を解析し、集団内で創作スタイルの時間変化の性質を明らかにした。また、自動採譜技術も研究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文化の進化を生物進化と同様の理論的枠組みで理解する試みは既にダーウィンの時代からあり、20世紀後半から生物・物理分野で関連研究が発達している。一方で、芸術のような高度な知能が関わる文化の進化を理解するためには、本研究で扱った統計学習に基づく情報伝達過程の影響を調べる必要があると考えられる。本研究の成果は、実際の文化データには統計学習の効果によると考えられる興味深い法則が見られ、その一部は一般性を持つ理論によって説明できることを示した点で、今後の文化進化研究に有用な知見が得られたと言える。また自動採譜技術および自動作曲技術において得られた成果は、文化進化の実験的研究に今後応用できる。

研究成果の概要（英文）：To understand the function of intelligence in the creation and evolution of culture, this study investigated the dynamic statistical learning process in the creative style of music through theory and observational experiments, based on a framework integrating statistical learning and evolutionary theory. Experimentally, we collected historical music data from Western classical music and Japanese popular music, and statistically analyzed the evolution of musical characteristics. We found that there are laws in the distribution form of the frequency of musical elements and in the evolutionary dynamics. Theoretically, we analyzed a dynamical system called the statistical learn-generate system, which represents the evolution of a population consisting of creators who produce cultural products through statistical learning and evaluators who evaluate the data, and studied the evolution in creative styles within the population. Automatic music transcription technology was also studied.

研究分野：知能情報学

キーワード：進化的統計学習理論 文化進化 進化理論 力学系 音楽創作 音楽作曲モデル 創作者と評価者の進化モデル 知能情報処理

1. 研究開始当初の背景

文化の創造と進化は人間社会の発展に欠かせない。これらを支える知能の働きの解明は知能科学の重要な問題であり、知能情報学分野では、音楽などの創作行為を情報処理の観点で調べる研究が盛んである。例えば、専門家でも 50%程度しかバッハ作と区別できないレベルの自動作曲技術が可能になってきている。こうした中、「バッハ風」や「ジャズ風」などの定量的な音楽の特徴(創作スタイル)の学習には、文法規則の集合で表される和声法などの音楽理論は不十分であり、データからの統計学習が重要であることが示されている。一方で、現実の人間がいかにして創作スタイルを習得し、新規発展させているかは未だ大きな謎である。例えば、音楽家は数十〜数百曲オーダーの少量のデータから典型的なスタイルを習得する。また、音楽スタイルは世代を超えて絶え間なく進化している。こうした文化現象の背後には、世代を超えた情報伝達と社会的な選択(淘汰)のメカニズムがあると考えられる。

生物・物理分野では、動的な生命現象の理解には進化理論が必須の道具となっている。これは遺伝子情報などの生命情報の世代間伝達と自然選択、変異を含む動的過程を力学系により記述するものである。力学系に基づく進化理論は、情報伝達と確率的選択による動的過程を扱う一般的な枠組みであり、文化現象にも適用できると考えられる。生物・物理分野における文化進化のこれまでの研究では、遺伝子に相当する文化的形質として、離散的なラベルで記述できるものや比較的少数のパラメーターで記述できる連続的形質が主に調べられてきた。また、形質の伝達過程としては、遺伝子情報と同様に単純な複製に近い状況を考えることが多い。これに対して、芸術文化など高度な知能情報の形質は多数のパラメーターにより記述され、伝達過程としては統計学習を介する過程が重要であると考えられる。このように、文化進化の理解には、従来の進化理論の枠を超えた理論を構築することが、大きな課題となっている。

文化進化の研究においては、理論研究と合わせて実験データに基づく現象の理解が欠かせない。近年、音楽情報処理技術の発展と入手できる音楽データの増加を受けて、音楽の特徴の時代変化を大規模データ分析に基づいて調べる研究が活発化している。しかし、普遍性のある法則の抽出と理論の検証を行うには、依然としてデータの量と多様性が不足していることも事実である。これは、音楽においては作品の内容を正確に記述する楽譜情報を入手・整備するのが、例えば自然言語に比べて、コストが高いことに起因する。この問題の解決策として、より容易に入手可能な音声データから楽譜情報を自動で入手する技術の確立が考えられる。これは自動採譜技術と呼ばれ、長年の間研究されているが、既存手法の精度はまだ十分とは言えない。そこで、音楽領域における文化進化研究に用いられる楽譜データの収集・整備と合わせて、高精度の自動採譜技術を確立することが、文化進化の実験的研究にとって重要な問題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、統計学習と進化理論を融合する枠組みによって、音楽の創作スタイルに見られる動的な統計学習過程を理論と観測実験により明らかにすることである。具体的には、以下の3つの項目に取り組む。

(1) 進化的統計学習理論の構築

情報分野で発達している統計学習理論と生物・物理分野で発達している進化理論を融合する動的な統計学習理論を構築して、理論解析により文化の学習・進化における一般的性質を抽出する。特に、「統計モデルの学習とデータ生成によりモデル化される創作者」と「データを評価する評価者」の時間発展を表す、統計学習生成系と呼ぶ力学系を解析し、創作者モデルの集団的特徴で表される創作スタイルの学習と進化に対する理論的性質を抽出する。

(2) 音楽進化のデータ収集と分析

実際の音楽の進化過程を観測・解析して、実験的にその性質を検証する。具体的には、まず、歴史的音楽データを計算機でデータ処理可能な形式の楽譜データとして、収集・整備を行う。次に、このデータを用いて、音楽要素の統計量の時間変化および分布に見られる法則を抽出する。これら結果を1.の理論解析と統合する。

(3) 音楽データ収集技術の開発

観測実験データの素材となる音楽楽譜データを音声データから自動入手するための、自動採譜技術の高精度化を研究する。深層ニューラルネットワークに基づく音高推定する手法と、統計モデルに基づくリズムの認識手法を統合した手法を構成することで、演奏データを忠実に表現するとともに楽譜として正しい採譜結果を出力する方法を調べる。特に、主要な楽器であるピアノと歌声の自動採譜をターゲットとして、実際に自動採譜システムを構築し、性能評価を行う。

3. 研究の方法

「研究の目的」欄に述べた(1)から(3)の問題について、それぞれ以下の方法で研究を行った。

(1) 統計学習生成系を用いた理論解析

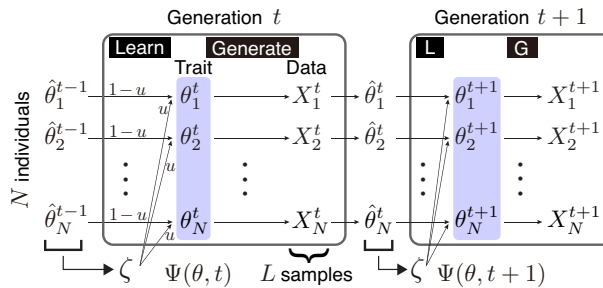
ダーウィンの進化理論に基づく文化進化の数理モデルを構築して、これを解析することにより、統計学習を介した情報伝達が繰り返される結果として出現する文化的形質の分布の動態の性質を明らかにした。一般に、進化モデルは集団内の各個体を特徴付ける形質の特定、その形質が世代間で伝達される過程の定式化、および形質が次世代へと伝達される個体を選択する過程の定式化を行うことで定義される。音楽創作の特徴を反映した以下に述べるモデルを考案した。

まず、各世代における集団（社会）の構成要素とされる創作者は、それぞれ過去の文化的生産物（音楽作品）から統計学習により習得する自身の生産モデル（作曲モデル）に基づいて新たな生産物を生成すると考える。この生産モデルのパラメーターを文化的形質として扱う。具体的には、確率的生成モデルを考え、そのパラメーターである統計量が形質となる。このような創作者を要素として、各世代の集団が構成され、前の世代で生成された生産物が次の世代における学習データになるという過程を繰り返すことで、集団内での生産物の特徴量分布（形質分布）がどう時間変化するかを調べる。

このモデル（統計学習生成系と呼ぶ）は、通常進化モデルと次の点で大きく異なる。通常モデルでは、各個体が持つ形質がその子孫に直接的に継承される場合を考える。一方で、統計学習生成系では、形質は生成物を介して伝達される。また、遺伝情報の伝達の場合とは異なり、学習データを提供する親世代の個体（文化的親と呼ぶ）の数は1あるいは1対とは限らない。さらに、個体と生産物の両方が伝達過程において選択される対象として考えられる。一般には複雑なモデルを考えることができるが、そのようなモデルは理論解析が困難になり、一般的性質を抽出することも難しい。そこで、本研究では数学的に解析ができ、かつ文化進化の一般的性質を捉えていると考えられる比較的単純なモデルを詳しく調べた。以下、特に重要と考えられるモデルについて記す。

① 1人の主要な文化的親と多数の二次的親の生産物から形質を学習するモデル

このモデルは、統計学習を介した伝達過程が集団内での形質分布とその時間変化に及ぼす影響と、文化的親が多数存在することによる影響を調べることを目的とする。右図の様に、各個体はL個のデータサンプル



からなる生産物を確率モデルに従って生成するとする。この生産モデルのパラメーターを学習する際に、親世代の個体内、ランダムに選択した1個体（一次的親）の生産物を主要な学習データとして用いるという仮定をおく。これは厳密な師弟関係の下で創作技能を習得する場合、あるいは特定のアーティストに強く影響を受けて創作技能を習得する場合に相当し、現実の近似として妥当であると考えられる。一方で、一次的親以外にも多数の二次的親の生産物から弱く影響を受ける状況を考え（斜行伝達とも呼ばれる）、具体的にはこれらの親の生産物に重み付けを行なった学習データで生産モデルを学習する状況を考える。この確率過程を解析することで、各時代における集団内の形質分布の動態を調べた。

② 評価者モデルを含む音楽創作の進化モデル、あるいは集団内の形質頻度に依存した選択過程を含むモデル

文化データの選択過程では、音楽を評価する側が単純に生産物の特徴のみならず、その集団内における新規性や典型性といった、頻度依存の性質に基づくデータ選択を行っていることが音楽学で示唆されている。この頻度依存バイアスが創作スタイルの進化に与える影響を調べるためのモデルを考案した。このモデルでは、選択過程が創作者単位で行われると考え、各創作者の形質、即ちその生成物の統計量の関数として、選択確率を定める適応度が与えられる状況を考える。適応度は、形質分布の汎関数として与えられ、新規性と典型性を表す項からなると考える。これらの効果は、それぞれ特徴が重複するデータの量および形質分布が与えられた時の各デー

タの情報量の線形関数として定式化する。これらは、情報収集におけるデータ重複による負のコストとデータの処理にかかる情報処理コストと解釈できる。この適応度がある状況での、集団内の形質分布の動態を解析した。

(2) 歴史的音楽データにおける統計量の分布と時間変化の分析

まず、データ収集は、西洋クラシック音楽、日本のポピュラー音楽、欧米のポピュラー音楽について行った。特に、日本のポピュラー音楽はこれまで楽譜情報に基づく詳しい分析は報告されておらず、今回 1950 年以降の各年のオリコンチャート上位 20 曲の楽譜データ（メロディーおよびコード進行）の収集と整備を行った。西洋クラシック音楽はネット上の公開データを収集し、MIDI 形式で約 1 万曲のデータを収集した。また、米国の 1960 年以降のヒットチャート上位 100 位までの曲の音声データもネット上で公開されているデータを利用し収集・整備を行った。この他、他の研究で収集された 20 世紀前半の欧米のポピュラー音楽の楽譜データ (Wikifonia data) とアイリッシュ音楽のデータセットも分析に用いた。これら 2 つのデータでは各曲の年代情報は付与されていないが、音楽統計量の分布解析に用いた。

分析では、主に音高とリズムに関する音楽要素の楽曲内での頻度を求め、その頻度のデータセット内での分布を時代ごとに調べた。具体的な音楽要素としては、例えば音高クラスの音程、隣り合う音符間での音価（音長）の比、調に関して相対的なコード記号などを用いた。データ内での分布の基本統計量の時間発展や分布形に関する分析を行った。

さらに、ジャンルなど同時代のデータに内在する複数のグループからなるクラスター構造の動態を調べるため、混合ガウス分布あるいは混合ディリクレ分布に基づくクラスタリングと、その結果のクラスターの時代別頻度やクラスター内分布、クラスター間距離などの特徴の分析を行った。

(3) 深層学習モデルと統計モデルの統合に基づく自動採譜手法の構築

自動採譜では、音楽演奏音声データからそこに含まれる音符の音高とリズム（発音時刻と音長）を認識する必要がある。音高の認識手法としては、深層ニューラルネットワークを用いる手法が発展しており、高精度化が達成されている。一方で、リズムの認識は単純な深層学習モデルでは依然として難しく、楽譜に現れる一般的なリズムパターンを記述する言語モデルと、人間の演奏に含まれるテンポ変動や発音時刻の揺らぎを表す演奏モデルを用いるアプローチが現在のところ有力である。そこで、本研究では深層学習による音高推定と統計モデルによるリズム認識を組み合わせる方法を考案して、自動採譜手法を構築した。対象とする楽器により、楽譜情報の複雑さや演奏に含まれる変動の性質が異なるため、以下のように楽器により異なる手法を構築した。

ピアノ音楽を対象とした自動採譜では、まず、CNN（畳み込みニューラルネットワーク）に基づく音高推定手法により、音高、秒単位の発音時刻と音長を持つ音符列である MIDI 系列を出力する。次に、HMM（隠れマルコフモデル）および MRF（マルコフ確率場）に基づく手法により、発音時刻と音長をビート単位で離散化する。後処理として、さらに右手パートと左手パートへ声部分離を行い、電子楽譜形式の MusicXML ファイルを出力する。

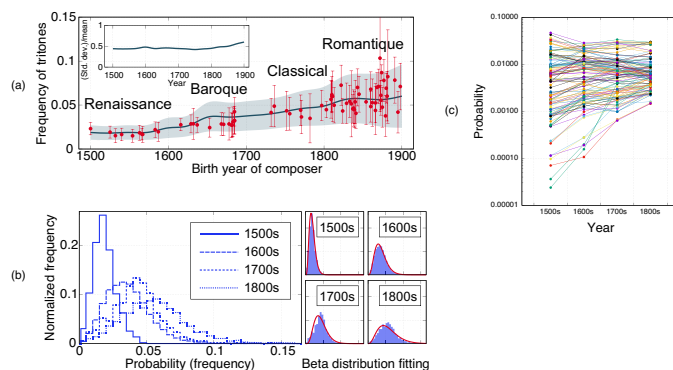
ポピュラー音楽の歌声を対象とした自動採譜では、まず、バンド音楽から歌声成分と伴奏成分を分離した後、歌声信号の各時間フレームでの音高を推定する CNN を用いる。CNN の出力には、倍音成分によるオクターブ誤りや、ビブラートなどによる半音誤りなどが含まれるため、HMM を用いてメロディー言語モデルを組み込んだ出力結果を得る。

これらの手法は、実際の音楽データを用いて性能評価を行い、既存手法との精度比較を行った。

4. 研究成果

「研究の方法」欄に述べた各項目における主な成果について述べる。説明の事情で、項目の順番は適宜入れ換えている。

(2) のデータ分析では、まずクラシック音楽データにおいて、以下の統計的進化の法則が見つかった（右図）。音楽学で特に注目されている音楽特徴量として、6 半音に当たるトライトーンの頻度と全音音階では弾けない音高パターン「非全音階的進行」の頻度分布を解析した結果、各時代での分布がいずれもベータ分布により近似的にフィットされることが分かった。また、分析した約 400 年の間で、これらの分布は大きく変化しており、両方の特徴量において、平均値と標準偏差がいずれも単調増加し、かつその比が時代によらずほぼ一定となるこ



とが分かった。また他の比較的稀な音楽要素の頻度分布の変化では、平均値が近似的に指数関数的に増加する傾向があった（研究業績：Sci. Rep. 2019）。

また、ポピュラー音楽のデータを含めた他のデータセットでも同様の解析を行ったところ、音楽要素の頻度のデータセット内での分布はしばしば近似的にベータ分布に従うことがわかった。また、隣り合う音符間の音程の曲内分布のスケールパラメータや小節内の音符数の曲内分布のレートパラメータのデータセット内での分布は、近似的にガンマ分布に従うこともわかった。これらの分布則は、各創作者が作曲に用いる確率モデルとそのパラメータの集団内での分布形には、共役分布（事前分布と事後分布の両方をパラメータ化できる分布）の関係にあることを示唆している。

一方で、クラスター分析に基づく解析では、日本及び米国のポピュラー音楽のデータにおいて、クラスターの時代遷移に、transient（移り変わる）かつ concurrent（同時に重なり合う）構造が見られることがわかった。さらに、各クラスターの頻度変化はピーク時刻を中心として近似的に対象であること、そしてクラスターの立ち上がり時刻には、断続平衡的な性質が見られることがわかった。

以上の結果は、音楽の特徴の時代変化には、集団全体で見れば一定の傾向と方向性、そして分布形状についての法則を持った性質が多く見られることを示しており、従来のトレンド分析では見えなかった構造が見つかったと言える。そして、これらの構造は、複数の社会でのデータで共通して見られるものであることから、背後に普遍的なメカニズムがあることも暗示している。

(1)①の理論モデルでは、連続時間極限および集団サイズの無限大極限をとる際に導出される Fokker-Planck 方程式に基づく解析により、創作者の生産モデルが指数型分布族であり、学習されるパラメータが期待値パラメータである場合に、斜行伝達があり選択が働かない場合には、一般に定常分布として共役分布が出現することを示した。指数型分布族は、頻度パラメータに対応する離散分布の他、ガウス分布、ガンマ分布、ポアソン分布など多くの分布を統一的に記述できる分布族であり、この結果は実験観測で見られた共役分布を統一的に説明できる可能性がある。また、選択圧がある場合でも、その強さが小さければ、準平衡状態で共役分布が維持されることも示した。

この結果は、統計学習が文化進化に与える顕著な影響を表しており、今後の文化進化の実験研究と理論研究での基盤になると期待される。例として、データ数が少ない場合に文化的形質の分布形を標準的な統計量を用いるより効率的に推定する方法への応用や、線形ポテンシャルを持つ単純なモデルを用いて、クラシック音楽のトライトーンと非全音階的進行の頻度分布の進化を近似的に再現できることを示した。

(1)②の理論モデルでは、各時代の集団内の形質分布がベータ分布であると仮定したとき、分布に比例する適応度関数 (Malthusian fitness) で表される「新規性」が有効な場合では、分布の平均値と標準偏差の間に、実験観測で見られたものと同様な定常性が動的に出現することを示した。これは力学系の slow manifold の構造に対応するが、この部分空間上のダイナミクスを解析すると、平均値が小さい時には指数関数的に増加することもわかった。さらにこのモデルを用いて、クラシック音楽のトライトーンと非全音階的進行の頻度分布の進化、および日本の演歌音楽における稀なりズムパターンの頻度分布の進化を再現できること、より詳しく言えば、特徴量の線形関数や対数関数を適応度とする単純なモデルよりも予測精度が高いことを示した（研究業績：Sci. Rep. 2019）。

(3)の実験手法の開発では、ピアノ採譜と歌声採譜の両方において、現在世界最高性能の自動採譜手法を実現し、部分的に演奏などに用いられるレベルの採譜結果を得ることに成功した（研究業績：Inf. Sci. 2021、APSIPA TSIP 2021）。特にピアノ音楽は、同時に複数の音が鳴る複雑な構造を持つことから、長年の間、非常に難しい問題として研究されてきたが、今回の結果は部分的に実用レベルを達成した初めてのケースと言える。研究紹介ページ (<https://audio2score.github.io/index-ja.html>) では、多数の採譜例を掲示している。歌声採譜技術も、今後は楽譜データ収集へ応用することにより、より大規模なデータセットを用いた文化進化研究につながると考えられる。

以上の成果に加えて、本研究では統計学習に基づく自動作曲技術の研究およびこれを用いた文化進化実験への準備も行った。自動作曲技術では、多数の楽曲のデータから複数の典型的な音楽スタイルのクラスター構造を自動で見つけ出し、その確率生成モデルを学習する手法を考案した（研究業績：ICASSP 2019、特許出願中）。こうした自動作曲技術を用いれば、Web 上で一般ユーザーを対象として自動作曲システムを運営して、さらにそこで生成されたデータを用いて作曲モデルを更新していくことにより、創作者と評価者の相互作用により音楽が進化する過程をシミュレートした実験系を実現できる。同様の進化実験は生物分野において重要な実験手法となっているが、文化進化においても進化の過程を直接観測できる方法として今後重要になると考えられる。本研究では継続的に、この実験システムの研究開発を行い、現在自動作曲システム CREEVO として一般公開している (<https://creevo-music.com>)。このシステムを用いた研究は今後も継続する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nakamura Eita, Yoshii Kazuyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Musical Rhythm Transcription Based on Bayesian Piece-Specific Score Models Capturing Repetitions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ins.2021.04.100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shibata Kentaro, Nakamura Eita, Yoshii Kazuyoshi	4. 巻 566
2. 論文標題 Non-local musical statistics as guides for audio-to-score piano transcription	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information Sciences	6. 最初と最後の頁 262 ~ 280
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ins.2021.03.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nishikimi Ryo, Nakamura Eita, Goto Masataka, Yoshii Kazuyoshi	4. 巻 10(e7)
2. 論文標題 Audio-to-score singing transcription based on a CRNN-HSMM hybrid model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 APSIPA Transactions on Signal and Information Processing	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/ATSIP.2021.4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nishikimi Ryo, Nakamura Eita, Goto Masataka, Itoyama Katsutoshi, Yoshii Kazuyoshi	4. 巻 28
2. 論文標題 Bayesian Singing Transcription Based on a Hierarchical Generative Model of Keys, Musical Notes, and F0 Trajectories	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 1678 ~ 1691
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TASLP.2020.2996095	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsushima Hiroaki, Nakamura Eita, Yoshii Kazuyoshi	4. 巻 28
2. 論文標題 Bayesian Melody Harmonization Based on a Tree-Structured Generative Model of Chord Sequences and Melodies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 1644 ~ 1655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASLP.2020.2996088	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柴田剛, 錦見亮, 中村栄太, 吉井和佳	4. 巻 61(4)
2. 論文標題 同質性・反復性・規則性を考慮した階層隠れセミマルコフモデルに基づく統計的音楽構造解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 757 ~ 767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20729/00204224	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Eita Nakamura, Yasuyuki Saito, Kazuyoshi Yoshii	4. 巻 517
2. 論文標題 Statistical learning and estimation of piano fingering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Information Sciences	6. 最初と最後の頁 68 ~ 85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ins.2019.12.068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Eita Nakamura, Kunihiko Kaneko	4. 巻 9(15993)
2. 論文標題 Statistical Evolutionary Laws in Music Styles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-52380-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Yuki Hiramatsu, Go Shibata, Ryo Nishikimi, Eita Nakamura, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Statistical Correction of Transcribed Melody Notes Based on Probabilistic Integration of a Music Language Model and a Transcription Error Model
3. 学会等名 46th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuyuki Saito, Yasui Sakai, Yuu Igarashi, Suguru Agata, Eita Nakamura, Shigeki Sagayama
2. 発表標題 Music Recreation in Nursing Home using Automatic Music Accompaniment System and Score of VLN
3. 学会等名 2nd IEEE Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Go Shibata, Ryo Nishikimi, Eita Nakamura, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Statistical Music Structure Analysis Based on a Homogeneity- and Repetitiveness-Aware Hierarchical Hidden Semi-Markov Model
3. 学会等名 20th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Nishikimi, Eita Nakamura, Masataka Goto, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 End-to-End Melody Note Transcription Based on a Beat-Synchronous Attention Mechanism
3. 学会等名 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics (WASPAA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yui Uehara, Eita Nakamura, Satoshi Tojo
2. 発表標題 Chord Function Identification with Modulation Detection Based on HMM
3. 学会等名 14th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eita Nakamura, Kentaro Shibata, Ryo Nishikimi, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Unsupervised Melody Style Conversion
3. 学会等名 44th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Shibata, Ryo Nishikimi, Satoru Fukayama, Masataka Goto, Eita Nakamura, Katsutoshi Itoyama, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Joint Transcription of Lead, Bass, and Rhythm Guitars Based on a Factorial Hidden Semi-Markov Model
3. 学会等名 44th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Nishikimi, Eita Nakamura, Satoru Fukayama, Masataka Goto, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Automatic Singing Transcription Based on Encoder-Decoder Recurrent Neural Networks with a Weakly-Supervised Attention Mechanism
3. 学会等名 44th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shun Ueda, Kentaro Shibata, Yusuke Wada, Ryo Nishikimi, Eita Nakamura, Kazuyoshi Yoshii
2. 発表標題 Bayesian Drum Transcription Based on Nonnegative Matrix Factor Decomposition with a Deep Score Prior
3. 学会等名 44th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 楽曲データから音楽スタイルを自動習得して自動作曲・編曲する方法及び装置	発明者 中村栄太、吉井和佳	権利者 京都大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020- 12430	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>中村 栄太 研究者のwebページ http://eita-nakamura.github.io/index-ja.html 多様なスタイルによる自動音楽生成 https://melodyarrangement.github.io/demo-ja.html PIGデータセット (ピアノ運指データセット) http://beam.kisarazu.ac.jp/~saito/research/PianoFingeringDataset/index-ja.html Statistical Evolutionary Laws in Music Styles https://evomusstyle.github.io/</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	金子 邦彦 (Kaneko Kunihiko)		
研究協力者	吉井 和佳 (Yoshii Kazuyoshi)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	錦見 亮 (Nishikimi Ryo)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関