

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月28日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K12795

研究課題名(和文)コンテンツによる検索可能なデジタル古楽譜ライブラリ構築

研究課題名(英文)Development of music manuscript database which is searchable by their contents

研究代表者

新妻 雅弘(Niitsuma, Masahiro)

立命館大学・情報理工学部・助教

研究者番号：50733135

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：CNNを用いて、前景と背景の分離のタスクにおいて高い精度を達成した。個々の音楽記号の分離までは達成できなかった。また、CNNを用いて互いに似通った筆跡に関する筆跡鑑定を行い、2クラスで81%の精度を達成した。具体的には、ヨハン・セバスチャン・バッハ、アンナマグダレーナバッハの2人の筆跡者の楽譜94ページを訓練データとし、60ページを正解データとした。アルトニコル、マイスナー、ヨハンハインリッヒバッハの楽譜を含む5クラス分類では、60%程度にとどまり、それ以上の改善はできなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実際に音楽学者に用いられている古楽譜を考慮したデータベースを築くことで、理想的な画質データを用いた学術的な評価にとどまる研究を抑制する。また、音楽学者が評価を随時行ったことで、実際に音楽学者の利用用途を視野に入れた研究を促す。これまで音楽学者が手探りで進めていた画像処理による画質改善や音符の抽出を解決し、音楽学者が高度な推論に集中するための第一歩を踏み出した。

研究成果の概要(英文)：Generally speaking a large number of training data is required for DNN applications. It seems the currently available dataset of handwritten musical scores are not sufficient to achieve results satisfying musicologists. Thus, we created more practical database of handwritten musical scores using Yoshitake Kobayashi's database. Moreover, we proposed a musical symbol isolation method without any preprocessing such as binarization, noise reduction, or staff-line removal, using DNN. In the experiment, more than 90% accuracy rate was achieved for foreground and background separations, but the separation of each musical symbols could not be solved enough. We also experimented with the writer identification using CNN only to achieve 60% for writer identification from dataset containing Johan Sebastian Bach, and his relatives and students, and to prove the difficulty of the task of writer identification from the dataset containing Bach's copyists such as Christian Gottlob Meissner.

研究分野：人間情報学

キーワード：OMR 筆跡鑑定

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 , CK - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

デジタル化された古文書の数が増大しており、これらを活用する手法が望まれている。この要求は世界的規模での研究を引き起こした。例えば、Google Book Project (Vincent2007)によって莫大な数の文書がデジタル化され、The European IMPACT project (欧州委員会に出資された歴史的資料テキスト化のプロジェクト)のように、光学文字認識(OCR)を用いてデジタル化された文書を検索可能にする試みがなされている。しかしながら、増大するデジタル資料の一つである手書き楽譜を対象とした研究は限られていた。楽譜認識(OMR)の研究は40年の歴史を持つ研究であるが、特に手書き楽譜やノイズの多い楽譜に対する精度は満足のいくものではない。これらの研究を妨げている主な要因は以下の3点である。第一に古楽譜のデータが多様であり、音楽学者と協力しなければ、使用すべきデータの決定、入手が難しいこと。第二にスキャンによって入り込むノイズや、インクによる映り込みなど、古楽譜特有のノイズが多様であること。第三に手書き楽譜特有の多様な音楽記号の形状の存在である。その結果、デジタルライブラリのコンテンツ検索、自然言語処理などの記号処理を用いた人文学的分析など、手書き楽譜のもつデータマイニング資源としての可能性が損なわれている。

2 . 研究の目的

上述の問題解決のために、実際に音楽学者の状況を考慮した古楽譜データベースの整備、また多様なフォーマットに対応可能で高精度な音楽記号抽出手法および筆跡鑑定手法の構築が目的となる。

3 . 研究の方法

バウハ資料館と連携し、音楽学者の実情を考慮したデータベースを整備する。また、CNN(Convolutional Neural Network)を用いることで、特徴量抽出を内部に包含した分類器を構築し、これらの前処理をせずに直接ピクセルが音楽記号の構成要素となるかどうかを判別する。具体的には、構築された多様なデータを用い、最適なニューラルネットワークの構造を決定し、チューニングを行うことで実用的な精度を達成する。また実験的に足裏耐圧分布を用いて筆跡の個人性を抽出することについても検証する。

4 . 研究成果

Bach 資料館の Peter Wolly 氏の協力を得て、バウハ資料館と協力し、音楽学者の実情に沿った大量のマイクロフィッシュ・マイクロフィルムのスキャンデータからなるデータベースを作成した。また、CNN を用いて、前景と背景の分離のタスクにおいて高い精度を達成した(図1参照)。



図 1 CNN による前景背景分離の結果

個々の音楽記号の分離までは達成できなかったが CNN を用いて互いに似通った筆跡に関する筆跡鑑定を行い、2クラスで81%の精度を達成した。具体的には、ヨハン・セバスチャン・バッハ、アンナマグダレーナバッハの2人の筆跡者の楽譜94ページを訓練データとし、60ページを正解データとした。アルトニコル、マイスナー、ヨハンハインリッヒバッハの楽譜を含む5クラス分類では、60%程度にとどまり、それ以上の改善はできなかった(図2-図4参照)。



図 2 アンナ・マグダレーナ・バッハの筆跡



図 3 クリスチャンマイスナーの筆跡



図 4 カール・フィリップ・エマヌエル・バッハの筆跡

根源的特徴量の発見

楽譜のファクシミリを精査することを繰り返す過程で、筆跡の背景に人間の感受性の根底にある体運動習性が存在することを発見した。この体運動習性と筆跡との関係をしらべるため、novel社 pedar というインソール型圧力センサーを用いることで足裏体圧分布を左右198次元の時系列データとして抽出し、筆跡の特徴量と筆跡者の体運動習性の相関を分析した。この過程で、足裏体圧分布の変化をその動きの方向性から5種類に分類すると、その筆跡への影響がはっきりと特徴量に現れることがわかった。特に無意識的動きにこの習性があらわれることから、音楽演奏時の足裏体圧分布を測定したところ、音楽に乗れば乗るほど、この特性がよく現れることがわかった。そこで音楽演奏時の足裏体圧分布からこの体運動習性を的確に抽出するための特徴量DTLPを考案した。このDTLPと筆跡の相関という観点でバッハの筆跡の変化を分析していくと、バッハの体運動習性が、幼少時には捻れていて開く方向性が強いのに対し、晩年になるにつれて上下方向の動き、すなわち大脳昇華的な感受性が強まっていることがわかった。この仮説を立証し、実際の音楽様式の変化との相関まで分析していくことが今後の課題となる。

5. 主な発表論文等

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：出町 はづき

ローマ字氏名： (Demachi , Hazuki)

研究協力者氏名：柳澤 嘉洋

ローマ字氏名： (Yanagisawa , Yoshihiro)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。