

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 15 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18017

研究課題名（和文）ファインチューニングを用いた筆跡鑑定手法

研究課題名（英文）Handwriting analysis method using fine-tuning

研究代表者

新妻 雅弘 (NIITSUMA, Masahiro)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科（日吉）・准教授

研究者番号：50733135

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）：「大規模画像データによる事前学習によって、筆跡サンプルの少ない筆跡者の判定精度向上をいかに達成するかである。」という問題に対する実際の妥当性確認を行うことはできず、一部の検証だけが行われた。この結果は、特定の距離関数を用いた対象ドメインのデータ外類似データを用いた事前学習の有効性を示すものであった。また、上述の制限によって引き起こされた研究計画の変更によって、システムエンジニアリングを援用したAIの説明可能性と人間モデルの関係性の分析が行われ、人間の認知特性等を勘案することでAIを含むシステムの説明可能性が向上する結果が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当該結果は、とりわけサンプルデータの少ない状況におけるクラス分類が必要となるような任意の問題に適応可能な知見を含んでいるという意味で、広範囲のドメインに有意義である。さらに、説明可能性を高めるためにシステムズアプローチにより人間の認知モデル等を含めてAIを含むシステムを設計するという手法は、説明可能性が重要な任意の問題に対して適応可能であり、今後ますます重要になるという意味で意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Due to travel restrictions caused by COVID-19 and delays in computer deliveries due to semiconductor shortages, it was not possible to conduct a comprehensive validation of the actual validity of addressing the issue of improving the accuracy of handwriting identification for individuals with limited handwriting samples through pre-training with large-scale image data. Only partial validation was carried out. The results demonstrated the effectiveness of pre-training using out-of-domain similar data with a specific distance function. Additionally, due to changes in research plans caused by the aforementioned limitations, analysis of the explainability of AI using systems engineering and its relationship with human models was conducted. It was suggested that explainability of systems including AI could be improved by considering human cognitive characteristics, among other factors.

研究分野：XAI, 筆跡鑑定、システムズアプローチ

キーワード：筆跡鑑定 XAI システムズアプローチ MBSE システムエンジニアリング AI ファインチューニング 転移学習

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年深層学習が機械学習の世界で注目を浴びておりさまざまな応用分野で大きな精度改善を達成している。特にCNN (Convolutional Neural Networks) は画像処理の分野で著しい成功をおさめている。深層学習の特筆すべき点は、これまでのように特徴量を人間が設計するのではなく、ニューラルネットワークの中間層で自動的に特徴量抽出が行われることである。古楽譜は数ある文書の中でも特に多様な情報を含む複数の階層からなり、多階層のCNNによってこれらの多層構造が自動的に抽出されることが期待できる。これまで古楽譜における音楽記号認識は五線削除の困難さがネックとなり先の段階へ進むことができなかった。これは古楽譜が傾きやインクの映り込み、紙の劣化といった特有のノイズを含んでいることが多く、五線削除に必要な二値化の処理がうまくいかないことが最大の原因であった。CNNを利用することで二値化などの前処理をすることなく、筆跡者を判別することが期待できる。

2. 研究の目的

本研究で究明せんとする対象は、大規模画像データによる事前学習によって、筆跡サンプルの少ない筆跡者の判定精度向上をいかに達成するかである。

3. 研究の方法

研究期間前半は、過学習を避けるための方策として、特定の距離関数を用いた対象ドメインのデータ外類似データを用いた事前学習の有効性を検証した。対象となる筆跡データの分類に有効なネットワークの学習にとって、有効に事前学習を可能にするためのデータ選択方法について分析した。具体的にはImageNetやXceptionなどの大規模画像データセットと対象筆跡データの類似度を様々な尺度を用いて計算し、事前学習したことによる精度向上との関係性を分析した。

図.1 に示すように、筆跡鑑定の結果説明可能性向上のために、CNNを用いた五線削除や、音楽記号の分離の検討を行った。

最終年度においては、AIの説明可能性に関して、人間モデルがどのように最終的なシステムの説明可能性に影響を当てるか分析した。具体的には人間の意思決定に伴う内的な活動に関する様々な知見をモデルを基礎としたシステムズアプローチにより統合し、人間がどのように外部環境との相互作用に影響を受けて意思決定をしているかを明確化し、当該モデルのいくつかの応用ドメインにおける検証として、領域の専門家によるレビューを行った(図2)。その成果に関連する成果をISTE Transdisciplinary Engineering Conference, July 11-14, 2023, Hua Hin, Thailand. で発表した。さらに新しくBach-digitalを通して

入手可能になったバッハの自筆楽譜の高画像スキャンデータを用いた検証を行うための、データセットの選定までを行った。



図 1 CNN に基づく五線削除

Figure 3 System activity diagram: illustrating internal functions, interdependencies, and potential trade-offs within the human-food interaction system (see online version for colours)

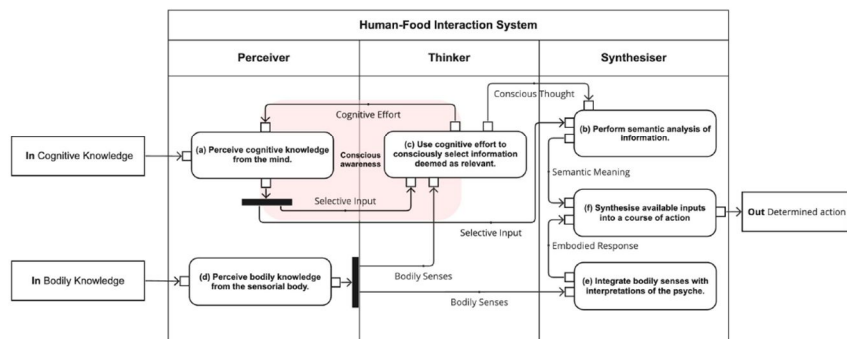


図 2 アクティビティ図

4 . 研究成果

全体を通して、コロナによる移動制限や半導体不足による計算機納入遅延によって、「大規模画像データによる事前学習によって、筆跡サンプルの少ない筆跡者の判定精度向上をいかに達成するかである。」という問題に対する実際の妥当性確認を行うことはできず、一部の検証だけが行われた。この結果は、特定の距離関数を用いた対象ドメインのデータ外類似データを用いた事前学習の有効性を示すものであった。また、上述の制限によって引き起こされた研究計画の変更によって、システムエンジニアリングを援用した AI の説明可能性と人間モデルの関係性の分析が行われ、人間の認知特性等を勘案することで AI を含むシステムの説明可能性が向上する結果が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Ysanne Yeo and Masahiro Niitsuma
2. 発表標題 Developing the System Model of Human Behaviour and Its Implications on Social Systems Design.
3. 学会等名 ISTE Transdisciplinary Engineering Conference
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------