



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ユーザの多様な特性に適応する機械学習モデルのパーソナライズ化に関する研究
Author(s)	上川, 恭平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第16992号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16992
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99836
Type	doctoral thesis
File Information	Kyohei_Kamikawa_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 上川 恭平

学 位 論 文 題 名

ユーザの多様な特性に適応する機械学習モデルのパーソナライズ化に関する研究
(A study on the personalization for making machine learning models adaptive to diverse user characteristics)

本論文は、ユーザの多様な特性に適応する機械学習モデルのパーソナライズ化に関する研究の成果をまとめたものである。

近年、推薦および生成などの機械学習技術に基づくシステムは、日常的なサービスから産業応用に至るまで広く用いられている。これらのシステムは、推薦候補のリストや、生成コンテンツといった出力をユーザに提示し、ユーザはそれらを補助的に用いて意思決定を行う。したがって、システムが出力する情報がユーザのニーズや価値観にどの程度合致しているかが、モデルの信頼性および実用性を評価するうえで重要である。ユーザは、嗜好や興味だけでなく、情報の捉え方や判断の基準、注意の向け方といった認知的な特徴を持っており、これらはユーザにより個人差が存在する。そのため、機械学習モデルがユーザの個人差を適切に把握し、学習および推論過程にそれらを反映することは、ユーザがシステムを意思決定の補助とするために不可欠な要素である。しかしながら、広く用いられている汎用的な基盤モデルは、多数のユーザの平均的な傾向を統計的に捉えた推論に基づいており、ユーザ間に存在する細かな違いを十分に反映することが困難である。その結果、個々のユーザの性質を踏まえた柔軟な出力が行えず、出力の画一化によるシステムへの不信感や不便さを引き起こすという根本的な課題が生じている。

このような背景から、ユーザ自身に関する情報を学習および推論に用いることで、個々のユーザに適した出力を可能とする研究が進められてきた。従来研究では、ユーザ自身に関する情報として、購買および視聴といった行動履歴、あるいは性別・年齢といった静的属性を主な情報源として活用してきた。これにより、同一の入力に対して、ユーザによらず一定の出力をしてしまうという課題は部分的に解決されたが、これらの情報だけでは、ユーザがどのような考え方や判断過程を経て行動しているかを十分に説明することは難しい。実際のユーザの意思決定は、明示的な嗜好だけでなく、どこに注意を向けるか、何を重要視するか、どのようなバイアスを持っているかといった多様な要因に左右されており、表層的な購買行動履歴や、静的属性からこれらを推定するには限界がある。この課題を踏まえ、ユーザが実際に示す動作や生体反応といった、より直接的な反応を反映するユーザセンタリックな情報に注目が集まっているが、画像やテキストといったマルチメディアコンテンツとは直接関連がないユーザセンタリックな特徴をどのようにモデルの学習および推論で用いるかについては、理論面および実装面の両方で検討すべき点が残されている。さらに、上述した課題点が解決されたとしても、他のユーザと区別するために十分な量のデータを対象ユーザから取得する必要がある点や、そのデータの知識をモデルに学習させるためには再学習を行う必要があるなど、実用面において大きな制約が依然として残されている。この状況を打開するためには、対象ユーザ以外のユーザのデータを活用することでデータ収集に係る負担を軽減することや、パーソナライズ化されたモデルを完全な再学習以外の方法で構築する必要がある。

これらの課題を踏まえ、本論文では、機械学習モデルがユーザに応じた出力を可能とするために、1) モデルの学習段階において、ユーザセンタリックな特徴とコンテンツ特徴を統合した特徴に基づき、モデルを学習する技術の構築を行い、さらに、2) モデル構築後または汎用的な基盤モデルが既に得られている状況において、対象ユーザと他ユーザとの個人差に着目したモデルのパーソナライズ化に関する技術の構築を行う。まず、1) に関して、本論文では、ユーザが実際に示す動作や生体反応などのユーザセンタリックな情報と、画像やテキストなどマルチメディアコンテンツ側の特徴とを組み合わせる学習方法を検討する。具体的には、ユーザがコンテンツを閲覧している際の動き方や反応の違いを数値化し、それをコンテンツ特徴と統合した統合特徴をモデルの入力とした学習を行う。これにより、従来のように行動履歴や静的属性だけに依存するのではなく、ユーザが実際にどこに注意を向け、どの点を重視しているかといった情報を学習段階からモデルに反映することができる。実験では、映像コンテンツに対するユーザの関心度推定をタスクとして、動作情報を用いない場合と比較し、ユーザごとの評価のばらつきに対応することで推定精度が向上することを確認する。

次に、2) に関して、本論文では、既に構築された汎用モデルを出発点として、対象ユーザと他ユーザとの違いに着目しながらモデルの出力を個人向けに調整するパーソナライズ手法を検討する。ここでは、新たに大規模な再学習を行うのではなく、汎用モデルは多数のユーザのデータで学習されることで多数決的な推論を可能にしているという仮定に基づき、対象ユーザと傾向が大きく異なるユーザから学習したパターンをモデルパラメータから削除することで個人適応を実現する。このとき、モデルを複数の部分に分解して一部のみを更新する方法や、学習済みパラメータに対する修正量を制御する方法など、複数のアプローチを比較検討し、計算コストと精度向上の両面から実用的なモデルパーソナライズ化を実現する。実験では、感情ラベル付き画像データや、複数ユーザが関与するラベリングデータを用いて、提案手法が従来の追加学習ベースの手法と比べて少ないデータで精度を維持または向上できること、および個人化に要する計算時間を大きく削減できることを示す。

本論文の構成を以下に示す。第1章では、本研究の背景および目的について述べる。第2章では、ユーザセンタリックな情報の活用およびモデルパーソナライズ化に関連する既存研究を概観し、本研究が対象とする課題と位置づけを整理する。第3章では、ユーザから得られる動作情報とコンテンツ特徴を統合した学習により、ユーザの個人差を考慮したモデルを構築し、関心度推定における有効性を検証する。第4章では、汎用モデルから対象ユーザと非類似なユーザに由来する影響を選択的に抑制することで個人適応を行うパーソナライズ手法を提案し、複数の条件下での性能および計算コストを評価する。最後に第5章では、本研究の成果を総括し、今後の課題とともに本論文全体のまとめを行う。

以上を要約すると、本論文は、ユーザの個人差という本質的課題の解決のため、機械学習モデルが多様なユーザに応じた出力を現実的なコストで実現するための一貫した枠組みを示した。具体的に、ユーザセンタリックな情報を用いた学習段階での個人差の取り込みと、汎用モデルから不要な他者の影響を抑制することによるモデルパーソナライズ化という二つの局面から総合的に取り組んだ。これらの成果は、ユーザ特性を考慮した推論が求められる推薦、感情推定、インタラクティブなシステムなどの応用に対し、精度と運用性の両面から有用な基盤を提供する。