

氏名	Myagmar Batsergelen				
学位の種類	博士(工学)				
学位記番号	博甲第9402号				
学位授与年月日	令和2年3月25日				
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当				
審査研究科	システム情報工学研究科				
学位論文題目	Unsupervised Transfer Learning for Human Behavior Classification (人の行動分類のための教師なし転移学習)				
主査	筑波大学	教授	博士(工学)	亀山	啓輔
副査	筑波大学	教授	博士(工学)	張	勇兵
副査	筑波大学	教授	博士(工学)	福井	和広
副査	筑波大学	准教授	博士(工学)	阿部	洋丈
副査	筑波大学	准教授	博士(情報科学)	木村	成伴

## 論文の要旨

審査対象論文は、人の行動の分類を効率良く転移学習により獲得させる上で、関連した他のドメインで学習させた結果を、様々な抽象化レベルにおいて対象のドメインのために転移する学習を実現する3つの提案を行ったものである。

まず、本論文の第1章で、研究背景と目的、本論文での貢献、本論文の構成について説明している。第2章では、本論文で対象としている人の行動として、室内のセンサから得られる情報から日常生活の行動(ADL: Activities of daily living)を分類することと、テキスト文書からそのセンチメントを分類することを取り上げている。第3章では、教師なしクロスドメインADL認識を実現するため、スマートホームで収集したセンサ情報の異なるデータ(センサの位置、種類、値、発生時刻など)を対象に、異なるスマートホームのデータを変換する低レベルなヒューリスティックマッピングを与える方式を提案している。そして、実際に収集されたスマートホームのデータを用いて、ADLを学習した結果から、学習に用いなかったデータを適用した結果、他の方式より認識率が向上していることを示している。第4章では、クロスドメインのセンチメント解析のための、Transformerに基づく双方向言語モデルとしてBERTとXLNetを取り上げ、これらの言語モデルに対して、Amazonの商品レビューのセンチメントを解析するための調整をする方法を提案している。そして、実際の商品レビューを解析した結果、他方式と比べて、認識の精度が向上することを示している。第5章では、教師なし転移学習を言語間で、特に、英語での学習結果を日本語でのセンチメント分類に転移することを可能とする手法を提案している。そして、日本のAmazonや楽天の商品レビューの解析を行った結果、高い精度が得られることを示している。最後に、第6章において本論文をまとめている。

## 審査の要旨

### 【批評】

本論文では、異なるドメインの間で知識を移転する必要がある転移学習の実現を主題とし、人間の行動に関連する3つの応用ケースについて、それぞれ抽象度の異なるレベルでの知識移転を伴う学習について整理するとともに、各ケースにおいて転移学習の応用例として有用な貢献を行っていることが確認された。多様な抽象度レベルの知識転移を包括する枠組みとしては、転移後の学習が常に教師なしで行われるとは限らないなど、より明確に規定すべき点は残る。しかし、多様な抽象度の知識転移を統一的な枠組みで論じようとしていることや、個々の応用例において実データを用いて転移学習の有用性を示している点は工学的な貢献として評価できる。

本論文の第3章で説明している方式では、スマートホームで取得したセンサ情報から居住者の活動を推定しているが、高齢化社会が進むに連れて、緊急時に備えて、居住者の活動をリアルタイムで監視することが期待される本研究の成果は有意義である。しかし、データを変換するマッピングはヒューリスティックに決める必要がある。このため、センサの種類が変化した、もしくは住居以外を対象とした場合は新たにマッピングを定めることとなり、このマッピングの善し悪しが、提案方式の精度を左右すると考えられる。今後、客観的にマッピングを決定する方式を検討することが望まれる。

第4章で説明している方式は、テキストデータのセンチメント解析の精度を向上させるものである。機械学習によりテキストの作成者の感情を高い精度で判別することは、商品に対する消費者の嗜好を把握することができるため、意義が高い。実験ではAmazonの商品レビューに対する精度の向上が確認されたが、他のショッピングサイトの商品レビューや、商品以外のレビューでも同様な結果が得られるかを確認することが望ましく、これらの検証実験から、提案方式をさらに改善していくことが望まれる。

第5章で説明している方式では、転移学習を言語の違いをまたいで適用している。国際化が進むに連れて、ある言語での学習結果を他の言語で活用することは重要な課題と考えられる。本章の実験では、英語での学習結果を日本語に高い精度で適用できることが示されているが、日本語での学習結果を英語に適用できるのか、また、本研究の成果を利用するためには、言語間のコーパスが必要だが、対象とする言語間に直接的なコーパスがなく、例えば、対象とするそれぞれの言語と英語の間にはコーパスがある場合に、提案方式を、英語を媒介して2段階で適用すると精度がどの程度落ちるのか、などについて検証することが望まれる。

### 【最終試験の結果】

令和2年2月5日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。