

氏名	西村 直樹		
学位の種類	博士（社会工学）		
学位記番号	博甲第9435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	形状制約モデルによる顧客の商品選択行動の予測		
主査	筑波大学 准教授	博士（工学）	高野 祐一
副査	筑波大学 准教授	博士（商学）	岡田 幸彦
副査	筑波大学 准教授	博士（情報理工学）	安東 弘泰
副査	筑波大学 教授	博士（理学）	繁野 麻衣子
副査	筑波大学 准教授	博士（工学）	今倉 暁

論文の要旨

本論文では、電子商取引サイトの閲覧・購買履歴を含むアクセスログデータや、実店舗の販売履歴を記録したPOSデータを対象に、顧客の商品選択行動に基づく形状制約モデルによる商品選択の予測手法を提案している。

第1章では、商品選択行動の予測の研究背景と既存研究を説明している。特に、本論文の基礎となる2次元確率表モデルについて詳しく紹介されており、2次元確率表モデルでは顧客の商品閲覧履歴を最新度と頻度の2次元に縮約し、形状制約を利用して商品選択確率を推定する。

第2章では、商品種類の異質性に基づく潜在クラス形状制約モデルを提案している。電子商取引サイトでは多種多様な商品が扱われており、それらの異質性を考慮することが可能な潜在クラス型の2次元確率表モデルを提案し、EMアルゴリズムに基づく推定手法を提示している。

第3章では、商品閲覧数の時系列（閲覧数列）に基づく形状制約閲覧数列モデルを提案している。提案手法では、顧客の商品閲覧履歴を最新度と頻度の2次元に縮約せずに閲覧数列として表現し、閲覧数列の順序関係に基づく形状制約と問題簡約化手法が提示されている。

第4章では、反復選択商品に対する形状制約比例ハザードモデルを提案している。ヘアサロンの顧客の再来店を予測する比例ハザードモデルに対して、累積来店回数に関する形状制約を加えることで予測性能の向上が実現されている。

第5章では、本論文の主要な結果と今後の課題が説明され、商品選択予測に対する各種の形状制約モデルの選択の指針が提示されている。

審査の要旨

【批評】

本論文は、電子商取引サイトや実店舗における顧客の商品選択行動に対し、その特性に基づく形状制約に着目して各データに対して様々な手法を提案・検討しており、優れた成果である。単に既存手法の組み合わせや与えられたデータに特化した改良にとどまらずに、商品類型に関する選択行動の異質性（第2章）・商品閲覧数の時系列の特性（第3章）・累積来店回数の反復選択への影響（第4章）などの重要な性質を考慮して、形状制約を巧みに利用した新たな観点からの分析手法を提案している。また第3章では、閲覧数列に対して有効な順序関係を定義し、その順序関係を簡約化するハッセ図を用いて計算量の改善を試みており、計算の理論的側面からも高く評価できる。各章はそれぞれ対象の異なる事例研究として、内的妥当性を有する適切な実験を実施しており、説明力のある分析結果を導いていて、結果に対しての考察も深い。特に訓練標本の不足によるモデルの過剰適合を抑制する手法として、複数の実問題に対してそれぞれ形状制約手法を提案し、有用性を示している点は評価できる。また、それぞれの事例研究にとどまらずに、最後に包括的に提案手法活用の指針について述べている点も、著者の能力の高さが窺える。

一方で、本論文には以下のような課題が残されている。第一の課題は、各章の実験の外的妥当性（一般性）に関する疑義の問題である。形状制約の有効性は対象とするデータの性質に依存するため、形状制約の使用により逆に性能が悪化してしまうような状況も考えられる。本論文では、提案手法の肯定的な側面が強調され過ぎている可能性がある。第二の課題は、形状制約の導入が生じうる弊害の問題である。例えば形状制約を使用することで、顧客の予想外の行動を発見することができなくなってしまうことが懸念される。また実務上は細かな異常値を注視する必要があるために、形状制約を使用して異常値を除去してしまうことは適切ではない状況も考えられる。これらの弊害を回避するためには、不適切な形状制約を自動的に検知するような方法が必要となるだろう。

以上のような課題は残されているものの、それらの欠点を理解した上で提案手法を適切に利用することができれば、提案手法の意義は大きいと考えられる。また本論文の各章の成果はそれぞれ査読付き学術誌や査読付き国際会議に採録されており、当該分野で国際的にも非常に高く評価され、今後の発展も期待できる。以上の議論に基づき、本論文は博士（社会工学）の水準に十分に達していると判断する。

【最終試験の結果】

令和2年1月24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（社会工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。