

氏名	内田 匠				
学位の種類	博士（システムズ・マネジメント）				
学位記番号	博甲第 10155 号				
学位授与年月日	令和3年12月31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	ビジネス科学研究科				
学位論文題目	Webマーケティングの最適化における疎データ問題				
主査	筑波大学	教授	博士（工学）	吉田 健一	
副査	筑波大学	教授	博士（工学）	津田 和彦	
副査	筑波大学	准教授	博士（文学）	尾碕 幸謙	
副査	筑波大学	准教授	博士（工学）	吉田 光男	
副査	慶応義塾大学	名誉教授	博士（工学）	櫻井 彰人	

論文の内容の要旨

Webマーケティングの最適化問題は、ユーザーIDに対して表示するアイテムIDを選択し、クリックや購買などの最大化を目的とする。例えば、レコメンダーシステムではユーザーごとに推薦アイテムリストを生成し、Webメディアではユーザーからアクセスがある度に予測クリック率の高い広告アイテムを選んで広告枠に表示する。ここで学習するデータはユーザーとアイテムの組み合わせごとに観測されるが、ユーザーが膨大な数のアイテムを全て閲覧することは不可能であるため、ほとんどの組み合わせが未観測の疎データとなる。例えば、本研究で用いたファッション通販データでは、1ヶ月の間に購買が計測された商品は全商品ID231,028個のうち7,400個(3.2%)のみであり96.8%が未観測である。この高い欠損率を含むデータを学習し、全ての商品（すなわちアイテム）とユーザーの組み合わせごとに購買率を予測することは困難であり、レコメンダーシステムの研究分野ではこの疎データがもたらす問題をCold-Start問題と呼び、これをテーマにした数多くの研究が行われている。

本研究ではWebマーケティングの疎データ問題を分析し、それに対処することを目的として、以下の3つの研究に取り組んでいる。(1)実際のWeb広告を分析し、ファッション通販の広告出稿はデータが疎である事により、判断が十分な裏付けなしに行われている事を指摘し、その解決策を提案している。(2)既存のレコメンダーシステム性能評価手法が疎データ問題を扱う上で持つ弱点を指摘し、その改善策を提案している。(3)疎データ問題の解決を目指し、ハイブリッドレコメンダーシステムを提案している。

具体的には本論文は7章で構成される。第1章では、本論文で取り上げる研究の背景と目的を述べ、本研究の位置付けを示している。第2章で既存研究をサーベイし先行研究に残された研究課題を整理することで自らの研究の意義を明確にした後、第3章で研究に用いたデータセットの特徴を分析している。第4章では、実際のWeb広告とファッション通販データから疎データの問題を分析

し、Webマーケティングの意思決定において重要な情報源であるConversion Rateの特徴を保持しつつ評価セグメントの数を抑制することでConversion Rateの計測誤差を改善し、広告出稿に適切な判断根拠を提供する手法を提案している。第4章が研究対象としたデータは、実際の広告データで実務的に大きな価値を持つが、詳細は公開できないデータであり、それをを用いた研究の検証可能性には問題が残る。そこで第5章と第6章では広く研究に用いられている公開データを用いた研究を実施している。具体的には第5章で、映画のレコメンダーシステムにおける疎データ問題を取りあげ、アプリケーションごとの特性によって変化するCold-Start問題に対するオフライン検証方法を提案した上で、実際のCold-Start問題は、単純にデータが少ないユーザーやアイテムの推薦困難の問題ではなく、むしろ視聴数の多いユーザーに対する適切な推薦の作成である事など、従来の研究では十分認識されていなかった新しい研究課題を提起している。視聴数の多いユーザーに一般的な映画を推薦しても既に視聴している可能性が高く妥当な推薦にはなりにくい。視聴数の多いユーザーが視聴しておらず、且つ、興味を持ちそうな映画の推薦が重要であると言う指摘は、視聴数が多い事から十分認識されていなかったユーザーにおける問題を指摘した点で興味深い問題提起である。第6章では、第5章で提起した問題を解決するためのハイブリッドレコメンダーシステムを提案し、第5章で提案したオフライン検証方法により、その有効性を示している。具体的には視聴数の多いユーザーには視聴属性を使った推薦、少ないユーザーには単純なランキングによる推薦を行い、2つの手法のスムーズな組み合わせ方を提案している。最後に第7章で本研究の成果をまとめると共に今後の取り組みについて述べている。

審査の結果の要旨

Webマーケティングの疎データ問題はレコメンダーシステムの評価などに大きな影響を及ぼす等、実務上極めて重要な意味を持つ研究テーマである。著者はこの極めて重要な問題に対して、実務的にも意味のある正確な評価方法を研究し、その評価方法を中心に、「映画アプリケーションにおける実際のCold-Start問題とは、新規ユーザーへの推薦困難ではなく、視聴数の多いユーザーに推薦困難な新規アイテムを推薦することにある」等新しい研究課題を指摘し、指摘した研究課題を解決するための新しいハイブリッドレコメンダーシステムを提案する等、顕著な研究成果をあげ、その結果を査読付き国際会議発表1件、査読付き論文3件にまとめている。

研究にあたっては、ファッション通販サイトから実データを入手し研究課題の重要性を確認しながら解決策を考案する、また、研究結果の再現性を担保するために公開データでも更に検討を進めるなど、実務に重要な研究課題の解決に真摯に取り組んでおり、実務家としても研究者としても、この間の結果・研究業績のみならず、実直な研究の進め方も本学位論文から読み取れ、評価できる。

以上、本学位論文は著者の実務家としての問題意識に裏付けされたものであり、研究の内容は博士（システムズ・マネジメント）を授与するに十分なものと判断する。

【最終試験】

論文審査委員会による最終試験を令和3年11月2日に実施し、全員一致で合格と判定した。

【結論】

よって、著者は、博士（システムズ・マネジメント）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。