

氏名	いわ た とも はる 岩 田 眞 治
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 303 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学位論文題目	Probabilistic user behavior models in online stores for recommender systems (推薦システムのためのオンラインストアにおける確率的ユーザ行動モデル)
論文調査委員	(主 査) 教 授 田 中 利 幸 教 授 石 井 信 教 授 山 本 章 博

論 文 内 容 の 要 旨

推薦システムはオンラインストアに急速に普及しており、近年、質の高いリコメンデーション法の必要性が高まっている。推薦システムに要求される機能は顧客数やビジネスモデルなど状況によって多岐に渡る。オンラインストアは、購買履歴やアクセス時刻などユーザに関する膨大な情報を入手することができるが、多様な要求を満たすためにこれらの情報をいかに有効に活用するかは一般には困難な問題であり、体系的なアプローチのための学術的な枠組みの整備が求められている。

本論文では、オンラインストアにおける多彩な要求に対して、多様な情報をそれぞれの要求に応じて適切に活用し、効果的なリコメンデーションを実現することを目指し、確率的ユーザ行動モデルを提案している。確率モデルに基づくアプローチにより、様々な要求のそれぞれに対して、多様な情報を確率論の枠組で体系的に統合し活用することが可能となると期待される。本論文では、現実のオンラインストアで実際に問題となる側面、具体的には、予測精度、効率、収益の3つの側面について確率モデルに基づくアプローチの検討を行っている。

第1章は序論であり、研究の背景について概説するとともに、オンラインストアにおけるユーザ行動モデルに関して解決すべき問題点の提示を行っている。

第2章では、データの時間情報を積極的に利用して、最新時刻におけるデータの予測精度を向上させるための手法について検討している。推薦システムでは、人気の移り変わりなどによりユーザ行動は時間にともない変化する。オンラインストアでは、過去のユーザ行動に対して平均的によい予測を与えるモデルよりも、むしろ過去のユーザ行動に対する予測精度を犠牲にしても現在のユーザ行動をより正確に予測できるモデルのほうが場合によっては重要である。その一方で、現在のデータのみを使用してモデルを構築すると、相対的なデータ数が不足して予測精度を高めることが難しいという問題が生じる。本論文では、このような状況に対処するために、データの時間情報を用いた、最新時刻のデータに対する予測精度を向上させるためのモデル学習法について提案を行っている。提案法では、時刻毎にデータに重みを付けて最新時刻に関する期待誤差を近似し、その最小化によりモデルを学習する。携帯電話からアクセスできる漫画ダウンロードサービスの実データについて、提案手法の有効性を確認している。

第3章では、推薦システムの効率化を図る手法について検討している。多くの顧客を抱えるオンラインストアでは、高い予測精度を維持するため、日々蓄積される大量のデータを処理し、日々推薦システムを更新する必要があるため、推薦システムの効率性は重要である。本論文では、購買順序を用いた購買予測モデルの効率化の手法を提案している。提案モデルでは、購買順序の情報を用いるために高次マルコフモデルの代わりに複数の単純マルコフモデルを最大エントロピー原理に基づいて統合したものを使うことにより、効率性と高予測精度との両立を図る。音楽、映画、漫画のオンラインダウンロードサービスの実データを用いて、提案法の有効性を示している。

第4章では、商品の売り上げとは異なる収益の指標を想定したときのリコメンデーション手法について検討している。顧客のこういった行動を収益性の高い行動と考えるかは、ビジネスモデルにより異なる。従量制サービスの場合、多くの商品

を購入してくれるユーザが優良顧客である。一方、定額制サービスの場合、長い期間に渡って契約してくれるユーザが優良顧客である。本論文では、これらのビジネスモデルに応じた収益を上げるためのリコメンデーション法を提案している。提案法では、まず、優良顧客をモデル化する。具体的には、従量制サービスにおいては購買頻度モデルを用い、定額制サービスにおいては契約期間モデルを用いる。また、購買予測モデルを用いて、各ユーザの興味を推定する。そして、優良顧客情報と興味情報とを確率モデルに基づき統合し、ユーザの興味を考慮しつつ、優良顧客と同じような購買行動となるような推薦を行う。本提案については、実データでの検証が困難であるため、実データにもとづいて構築された顧客行動モデルを使ってシミュレーションによる提案手法の評価を行い、優良顧客情報と興味情報との統合にもとづくアプローチの有用性を示唆する結果が得られている。

第5章は結論であり、本論文で得られた結果をまとめるとともに、今後の研究の展開について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、オンラインストアでの推薦システムへの応用を想定し、多様な要求に応じて複数の確率モデルを効果的に統合することによって有効性の高いユーザ行動モデルを得るための方法論に関する研究をとりまとめたものである。得られた主な成果は以下の通りである。

1. ユーザ行動が時間的に変動するような状況において、ユーザ行動モデルの学習に際してデータが有する時間情報の利用法を検討し、所望の時点でのユーザ行動モデルを精度よく学習するために他の時点でのデータを適切な重みにより統合して学習に使用するモデル学習法を提案した。携帯電話ベースの漫画ダウンロードサービスの実データについて、提案手法が予測精度の向上に有効であることを示した。
2. 購買順序の情報を使う推薦システムの効率化という課題に対して、高次マルコフモデルの代わりに複数の単純マルコフモデルを最大エントロピー原理によって統合することによってユーザ行動モデルを構築するアプローチを提案した。音楽、映画、漫画のオンラインダウンロードサービスの実データを用いて、提案法が予測精度を大きく損なわずに効率化を達成できることを示した。
3. 従量制や定額制などの、収益の適切な指標が商品の売り上げとは異なるサービス形態に対してどのようなリコメンデーション手法が適切かという課題について検討し、サービス形態に応じた優良顧客モデルと興味推定モデルとを統合することで、個別ユーザの興味を考慮しつつ優良顧客と近い購買行動を誘導するような推薦を行うリコメンデーション方式を考案し、その有効性を示した。

以上のように本論文は、現実のオンラインストアに見られる多様な要求を踏まえ、適切なリコメンデーションの実現のために複数の確率モデルの効果的統合による確率的ユーザ行動モデルの構築手法を提案し、実データにもとづいてその有効性を評価したものであり、リコメンデーションに対する確率論的アプローチの整備に寄与するものである。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成20年2月21日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。