

氏 名	佐藤 政寛			
学 位 の 種 類	博 士 ( 工 学 )			
学 位 記 番 号	博 甲 第 9 4 1 8 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	Optimization and Explanation of Recommenders to Increase the Causal Effect of Recommendations (推薦の因果効果を高めるための推薦システムの最適化と説明)			
主 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	延原 肇	
副 査	筑波大学 教授	博士 (工学)	古賀 弘樹	
副 査	筑波大学 助教	博士 (工学)	澁谷 長史	
副 査	筑波大学 助教	博士 (工学)	河合 新	
副 査	産業技術総合研究所 主任研究員	博士 (情報学)	神嶌 敏弘	

## 論 文 の 要 旨

本論文は、推薦の因果効果を高めるための推薦システムの最適化と説明に関するものである。情報推薦に関しては、すでに我々の生活やビジネスの環境に深く浸透しており、我々の生活インフラの一部になっていると言ってもよい。一方で、従来の推薦技術に関しては、1. 行動履歴から行動予測モデルを学習、2. 行動率が高いアイテムを選択、3. ユーザーやアイテムの情報で推薦を説明、に関して、改善の余地がある。本論文では、これら 3 点に関するアプローチを行い、情報推薦に関する新たな展開を示している。

本論文は 8 章より構成されている。第 1 章では、研究の背景および目的について述べている。第 2 章では、本論文全体で用いられる数学的定義等の準備を示している。

第 3 章では、商品に対する嗜好性のみを考慮している従来の商品推薦モデルの予測精度を向上するために、特売の影響を考慮した商品推薦モデルを提案している。食品日用品の Tafeng データセットを用いた評価実験において、特売の影響を考慮していない標準的な Bayesian Personalized Ranking と比較し、提案モデルが予測精度の評価指標 AUC で 6.5% 向上、Precision@1 で 23.6% 向上を確認している。

第 4 章では、ユーザーによらず一律の推薦反応性を仮定している従来の商品推薦モデルの予測精度とアップリフトを向上するために、ユーザーやアイテムによって異なる推薦反応性を導入した商品推薦モデルを提案している。食品日用品の購買データと販促データ（非公開データセット）を用いた評価実験において、一律の推薦反応性を仮定した従来モデルと比較を行い、提案モデルが、予測精度の評価指標 Precision で 5.8% 向上、アップリフトは 65.2% 向上、コールドスタート条件でもアップリフトは 48.7% 向上していることを示している。

第 5 章では、ユーザーの行動を exposure (認知) と preference (選好) の 2 段階で解釈する従来の Exposure modeling の予測精度を向上するために、推薦が気づきに与える影響を加味した Exposure modeling を提案している。小売データ (Dunnhumby データセット) とジョブマッチングデータ (Xing データセット) を用いた評価実験において、従来の推薦の影響を加味しない Exposure modeling および推薦の影響を加味した既存手法と比較を行い、予測精度の評価指標 NDCG@10 で、小売データでは、従来の Exposure modeling と比べて 0.8% 向上、従来の推薦の影響を考慮した手法と比べて 1.9% 向上、ジョブマッチングデータでは、

従来の Exposure modeling と比べて 26.6%向上、従来の推薦の影響を考慮した手法と比べて 3.8%向上を示している。

第 6 章では、従来の予測精度重視の最適化手法で学習した推薦モデルのアップリフトを向上するために、アップリフト重視の最適化手法を提案している。小売データ（Dunnhumby データセット）と食品日用品データ（Tafeng データセット）とジョブマッチングデータ（Xing データセット）を用いた評価実験において、従来の予測精度重視の最適化手法と比較し。アップリフト評価指標@100 で、ポイントワイズ学習手法では、小売データ、食品日用品データ、ジョブマッチングデータでそれぞれ、244.7%、145.7%、17.1%向上、ペアワイズ学習手法では、小売データ、食品日用品データ、ジョブマッチングデータでそれぞれ、202.5%、115.8%、10.8%向上を示している。

第 7 章では、従来のユーザーやアイテムの情報を用いた推薦説明手法の説得性を向上するために、コンテキストを用いた説明手法を提案している。提案手法の有効性を示すために、クラウドソーシングによる飲食店の訪問履歴と利用シーンを収集し、同一クラウドワーカーに対するアンケート評価実験において、従来のユーザー属性方式およびアイテムコンテンツ方式の説明手法と比較およびハイブリッド化を示しており、説得性のユーザー評価（-3 から+3 の 7 段階評価）において、ユーザー属性方式とアイテムコンテンツ方式との比較、またユーザー属性方式とアイテムコンテンツ方式とのハイブリッド化で、それぞれの向上を示している。

最終章では本論文の結論、今後の課題について述べている。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

本論文では、現在の情報社会のインフラおよびサービスの一部となり、また今後も大きく変革させることのできる可能性を有する情報推薦の分野において、1. 行動履歴から行動予測モデルを学習、2. 行動率が高いアイテムを選択、3. ユーザーやアイテムの情報で推薦を説明、の 3 点に対するアプローチを行なっている。それぞれに関して、いずれも独創的な提案を行うとともに、およびベンチマークとクラウドソーシングにより収集した実環境データを用いた実験条件下、従来手法に比べて有効であることを示している。本論文で提案された手法・システムおよび評価実験で得られた知見は、情報推薦分野における研究に非常に大きなインパクトを与えるとともに、有用な学術資料ともなり、博士論文に値するものと考えられる。

### 【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（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。