

氏名	羅 松		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博 甲 第 9027 号		
学位授与年月日	平成 31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	Bayesian Cognitive Ranking Methods and Their Applications to Consumer Data Analysis and Molecular Bioinformatics (ベイジアン認知ランキング方法と消費者データ解析及び分子生物情報学への応用)		
主査	筑波大学 教授	博士（理学）	繆 瑩
副査	筑波大学 准教授	博士（学術）	八森 正泰
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 准教授	博士（工学）	高野 祐一
副査	筑波大学 教授	博士（理学）	繁野 麻衣子
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	猿渡 康文

## 論 文 の 要 旨

本論文は、ランキングに関するベイズ理論に基づいた機械学習による手法を提案している。ランキング手法は情報検索システムにとどまらず広く社会的応用があり、近年機械学習によるアルゴリズムが発展している分野である。知識ベースのアルゴリズムを構築するために、ベイズ理論を応用していることが提案手法の特徴であり、3つの応用に対して各々適した手法を提案している。

第1章では、研究の背景と各章で扱う問題の意義について議論している。

第2章では、スマートフォンのアプリケーション所持情報を用いてアプリケーションのランキングをする手法を2種類提案している。アプリケーションは通常の商品と異なり、インストール、アンインストールが繰り返されることに着目して、ユーザの使用パターンを10通り定義している。そして、基準となるランダムに行動するユーザを定義して、対象アプリケーションに対する基準ユーザと各ユーザの使用パターンの違いからアプリケーションをレイティングしている。次に、使用パターンに対して、「連続して所持していることをより好ましいとする」「新規のインストールをより好ましいとする」の2種類の線形順序を与え、そこからアプリケーションのペアごとに優劣を測っている。そして最終的には、それらから対象アプリケーションのランキングを求めている。いずれの手法に対しても、実際のアプリケーション所持情報を用いてランキングを行って比較し、それぞれの手法の特徴のある結果が得られていることを示している。

第3章では、ユーザのレビュー情報から商品のランキング手法を逆に抽出する問題を扱っている。

## 審査の要旨

結果と部分的な入力情報が与えられているときに、すべての入力とその入力から出力を導くパラメータを求める問題を knowledge discovery problem と定義してこの特殊ケースとしてランキング問題を扱っている。この問題を双凸最適化問題として定式化し、2段階のアルゴリズムを提案している。さらにその有用性を示すために、実際にインターネット上に公開されている書籍のランキングとレビューのデータを取得し、適用している。

第4章では、分子生物情報学へのグループテストの応用について述べている。グループテストとは、対象をいくつかのグループに分けてテストを行うことで少ない回数で陽性である対象を特定する手法であり、DNA 検査などに応用されている。ここでは、DNA 検査の特徴として、対象が順番に並んでおりその中で陽性部分が連続して現れる場合を扱っている。そして、テストの結果が陽性を含む度合いで与えられているときに対して、ベイズ理論を用いた機械学習手法を提案している。さらに、先行研究のデータに対して提案手法を用いたシミュレーションを行い、提案手法によりテスト回数が削減できることを示している。

最後に、5章と6章ではまとめと今後の課題が述べられている。

### 【批評】

様々な分野で大量のデータを機械学習などで処理する手法が発展している近年の動向の中で、部分的な情報や知識から要求されたものを求める必要があるという問題意識のものと研究成果である。消費者の行動パターンであるスマートフォンアプリケーションの大量の情報をうまく処理してランキングを作成すること、逆にランキングが分かっているときに部分的な情報からランキングの根拠となる情報を導くこと、そして、生物情報学における DNA 検査での事後確率に基づくグループテストの応用といった多分野に渡る結果を導いている。いずれもベイズ理論をうまく応用していると主張しているが、一貫した扱いではなく、それぞれで部分的に利用している。このように、理論的に大きな進展はないものの、それぞれの応用に適した手法を提案していることは評価できる。第2章で扱っているスマートフォンアプリケーションのランキング手法を導く評価方法の実用的意義が不明瞭であること、また、第3章の結果であるランキング結果から元となる情報を導くモデルにおいては自由度が高く推定結果の妥当性の議論などの課題が残るものの、結果は学術雑誌への掲載の他にも、selected paper として書籍の一部として出版されているなど、各々の応用分野で評価されており、学位論文の水準に達していると判断する。

### 【最終試験の結果】

平成31年2月7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。