

2012年7月4日

博士学位論文審査報告書

大学名	早稲田大学
研究科名	人間科学研究科
申請者氏名	陳 健
学位の種類	博士（人間科学）
論文題目	User-Centric Recommendation Based on Gradual Adaptation Model and Behavior Analysis 挙動解析と逐次適応モデルに基づくユーザ中心の推薦手法
論文審査員	主査 早稲田大学教授 金 群 博士（工学）（日本大学） 副査 早稲田大学教授 菊池 英明 博士（情報科学）（早稲田大学） 副査 早稲田大学准教授 尾澤 重知 博士（知識科学）（北陸先端科学技術大学院大） 副査 早稲田大学教授 西村 昭治

情報爆発時代において、我々の仕事や生活も情報と切り離すことができなくなっている。研究調査によると、仕事関連の情報を探す所要時間は、就業時間の約30%を占める。時間の無駄使いを避け、仕事の効率を向上させるために、情報検索・推薦などの関連研究が盛んに行われ、大きく注目されている。

情報推薦アプローチは大きく分けると、2つある。第1は、個性化情報推薦と言い、コンテンツに基づくフィルタリング（Content-Based Filtering）手法を使って、ユーザ個人の情報アクセス履歴を解析し、過去の利用条件に合わせた結果をユーザに推薦する手法である。第2は、協調フィルタリング（Collaborative Filtering）手法による情報推薦である。これは、主として、他のユーザの情報アクセス履歴を解析し、目標ユーザと同じ条件に当てはまる結果を他のユーザの履歴から洗い出し、その結果を目標ユーザに推薦する手法である。個性化情報推薦では、ユーザの個性を考慮するが、似たようなユーザの共通性は無視される。協調フィルタリング手法による情報推薦では、他のユーザの利用情報を参照することによって、ユーザの共通性を利用するのであるが、目標ユーザの状況の変化に触れてはいない。

本研究では、これらの問題を解決するため、挙動解析と逐次適応モデルに基づくユーザ中心の推薦手法を提案する。具体的には、ユーザの情報アクセス挙動のパターンを抽出し、さらにユーザの情報アクセス挙動の変化を検出できる仕組みを取り入れる。目標ユーザの状況変化を検出する際には、先ずユーザの挙動パターン（Behavior Pattern）の類似度によって、目標ユーザの参照グループを洗い出す。そして、目標ユーザと似たような状況に対して、参照グループのユーザがどのように対応したか、その対策の事後確率を算出し、確率

の高い順に目標ユーザに結果を推薦するというアプローチを提案し、これに基づいたシステムを開発するとともに、個人化学習支援システムとして実装し実験評価を行う。

本研究では、まず、ユーザの興味とニーズの変化を検出するため、逐次適応モデル (Gradual Adaptation Model) を提案している。具体的には、ユーザの情報アクセス履歴を解析し、その結果を短期・中期・長期の3つの期間とエクセプショナル (Exceptional、格別なもの)、リマーカブル (Remarkable、注目に値するもの) の2つのカテゴリーに分けて、ユーザとシステムとのインタラクションを通してユーザが求めている情報はどちらに属しているかを判断して、ユーザに結果を推薦する。提案のアプローチに基づいて、シミュレーションを行ない、逐次適応モデルの有効性を検証している。

次に、ユーザ間の共通性を考慮するため、ユーザの挙動解析仕組みを新たに取り入れ、これに基づいて最適化情報探索プロセスを推薦するユーザ中心のアプローチを提案している。提案アプローチは活動理論 (Activity Theory) に基づいている。活動理論によれば、人間の動機 (Motive) と活動 (Activity)、目的 (Goal) と行動 (Action)、条件 (Condition) と操作 (Operation) とはそれぞれ関係がある。具体的にいえば、活動は一連の行動あるいは行動チェーンによって構成され、行動は一連の操作によって構成されている。本研究では、活動理論に基づいて、ユーザの行動を観察したうえでその行動につながる目的を推定する。提案のアプローチは3つの部分から構成される。第1は、ユーザの挙動パターンの類似度による参照グループの抽出である。第2は、ユーザの情報探索ログ解析による挙動パターンと情報探索プロセスの関係の照合である。第3は、情報探索の成功プロセスに基づいて目標行動とその次の行動を同定するという処理である。具体的には、目標行動の後に、参照グループのユーザが何の行動をしたかを分析し、その行動の事後確率を算出し、その優先順に基づいて目標ユーザに次の行動を推薦する。挙動解析と逐次適応モデルを統合することによって、目標ユーザの興味とニーズの変化を適時に検知し、成功した探索プロセスから、この変化に応じた情報推薦が可能となる。提案手法は応用シナリオを考慮したうえ、シミュレーションを行い、有用性を検証している。

最後に、本研究では、逐次適応モデルと挙動解析に基づく最適化プロセス推薦モデルを取り入れたユーザ中心の推薦手法を個人学習支援に適用し、個人化学習を支援するための目的駆動型ナビゲーション・システムを実装している。学習ドメインにおける類似度を計るため、活動コースモデル (Activity Course Model) を導入し、学習活動 (Learning Activity) は一連の順序のある、かつ目的を持った学習行動 (Learning Action)、また、学習行動は一連の学習操作 (Learning Operation) として構成される。これに基づいて、目標学生の学習パターンとよく似ている参照学生グループを、学習活動を完成している学生から抽出するとともに、この参照学生グループの学習履歴を解析し、良い成績を取った学生の学習プロセスをさらに抽出している。その後、目標学生の変化を逐次適応モデルで検出し、この変化に合わせて、学習パターンとよく似ている参照学生グループの成功した学習プロセスから、確率の高い学習行動を推薦する。実装システムは学習管理システム Moodle をベースとして

構築され、実際の授業に適用されている。評価実験から2つの有益な結果を得た。第1は、目標学生の成績傾向がプロセスの照合率の傾向とほぼ一致したことである。プロセスの照合率は学習者が実際に利用したプロセスと推薦されたプロセスの一致度を現す指標である。第2は、本システムを利用したクラスの成績は、利用していないクラスより上回ったことが分かった。この結果は本研究で提案しているユーザ中心の推薦手法の有効性を示していると言える。

本研究で提案しているユーザ中心の推薦手法の特徴は、ユーザの個性を重視しながらユーザ間の共通性を考慮したことである。これらは、逐次適応モデルと挙動解析に基づく最適化プロセス推薦モデルを導入することによって実現されている。その結果、ユーザの興味とニーズや情報アクセスの変化などを適時に検知でき、さらに、ユーザの情報アクセス挙動をパターン化し、挙動パターンの類似度によって過去の成功した情報探索プロセスを抽出することにより、目標ユーザにとって最適化されたプロセスを推薦することができる。また、従来の情報推薦手法と比べると、本提案によって推薦されるのは、最終結果だけではなく、情報アクセスのプロセスである。すなわち、提案手法は、ユーザに有形の知識を単に推薦するだけではなく、プロセスによる推薦を有形の知識を理解する流れのように、無形の知識としてユーザに感知させることである。本研究の提案手法は、ユーザの個人差を検知し、似たような先人の知恵と成功経験を借りて、目標ユーザに情報探索の効率を向上させることが可能である。本研究で提案しているユーザ中心の推薦手法を構成する基本モデルと基盤技術が他の関連研究分野にも適用できると期待される。

なお、本論文（一部を含む）が掲載または採録された主な学術論文は以下の通りである。

- [1] J. Chen, R.Y. Shtykh and Q. Jin: “Gradual Adaption Model for Information Recommendation Based on User Access Behavior,” International Journal on Advances in Intelligent Systems (IARIA), Vol.2, No.1, pp.192-202 (May 2009).
- [2] J. Chen, X. Zhou and Q. Jin: “Recommendation of Optimized Information Seeking Process Based on the Similarity of User Access Behavior Patterns,” Personal and Ubiquitous Computing (Springer, in press).
- [3] J. Chen, Q. Jin and R. Huang: “Goal-Driven Process Navigation for Individualized Learning Activities in Ubiquitous Networking and IoT Environments,” Journal of Universal Computer Science (in press).

本研究の成果は、情報検索、推薦と共有活用に関する研究分野全般、とくに、ユーザモデルに基づく統合手法によるユーザ中心の情報推薦の研究発展に大きく寄与するものとして高く評価することができる。

以上のことに鑑みて、本審査委員会は本論文が博士（人間科学）の学位を授与するに十分値するものと認める。

以上