

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）
概要書

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

2012年7月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

陳 健

CHEN, Jian

研究指導教員： 金 群 教授

情報爆発時代が到来し、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た。毎日、パソコンを用いて、情報検索とともに過ごす人々が増えている。ある研究者の調査によると、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、多くの研究者は情報検索・推薦などに注目し、関連研究が盛んに行われている。

現在、上記の問題を解決するアプローチは大きく分けると、二つある。第1は、個性化情報推薦である。これは、コンテンツに基づくフィルタリング (Content-Based Filtering) といわれる手法を使って、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する。そして、対象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、その結果を対象ユーザに推薦する手法である。個性化情報推薦においては、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においては、他のユーザのアクセス情報を参照できる。即ち、ユーザの共通性を利用するのであるが、対象ユーザの状況の変化に触れてはいない。

これらの問題を解決するため、我々は挙動解析と逐次適応モデル(Gradual Adaptation model) に基づくユーザ中心の最適化情報アクセスプロセス推薦手法を提案する。この提案では、ユーザの情報アクセスの挙動パターン (Behavior Pattern) 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。対象ユーザの変化を検出するには、先ずユーザの挙動パターンの類似度によって、対象ユーザの参照グループを洗い出す。その次に、対象ユーザと似たような状況に対して、参照グループの中に成功した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する。そして、確率の高い方を優先順に対象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。

具体的には、先ずユーザの個性を考慮するため、即ち、ユーザの興味とニーズの変化を検出するために、我々は逐次適応モデルを提案する。この提案では、ユーザの情報アクセス履歴を解析し、ユーザにアクセスされた内容をコンセプト化してから、そのコンセプトを短期・中期・長期の三つの期間とエクセプション (Exceptional、格別なもの)、リマーカーブル (Remarkable、注目に値するもの) の二つのカテゴリーに分けて、これを基に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する。そしてユーザに注目されている情報が属している期間やカテゴリーに合わせて、結果を推薦するアプローチである。逐次適応モデルに基づいて、我々はシミュレーションを行い、このモデルの有効性を検証し、その結果によって、逐次適応モデルがユーザの情報アクセス挙動の変化を検出できることが分かる。

次に、ユーザの共通性を考慮するため、我々はユーザの挙動解析を取り入れ、これに基づいて、最適化情報探索プロセス (Optimized Information Search Process) を推薦するために協調フィルタリング手法を利用したアプローチを提案する。提案された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。この理論を元に、我々は長期プロセス (Longer Term Process)、短期プロセス (Shorter Term Process) と今現在のステータス (Current Moment Status) 及びそれぞれの関係を取り入れる。具体的にいえば、活動は一連の行動或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；動機は一連の目的によって構成され、目的は条件によって達成される；長期プロセスは一連の短期プロセスによって構成され、短期プロセスは今現在のステータスによって終了/開始する。このような関係のほか、動機を実現するための活動は長期プロセス、目的を達成するための行動は短期プロセス、条件と操作の状態を現す現在のステータスなどもそれぞれの関係がある。

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。そこで、

我々はユーザ挙動解析と逐次適応モデルに基づくユーザ中心の最適化情報アクセスプロセス推薦手法を提案する。本提案は三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抽出である。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抽出するという処理である。ユーザの挙動を解析するために、我々はユーザ行動パターンを利用し、対象ユーザの行動パターンと類似度の高い参照グループを抽出する。即ち、ユーザとユーザの関係を抽出する。その次に、参照グループから成功したプロセスを洗い出して、ユーザの挙動パターンとプロセスの関係を抽出する。その後、洗い出された成功プロセスを解析し、プロセスの中にある一連の行動のつながり、所謂行動と行動の関係を抽出する。最後に、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た。そして、事後確率の優先順に基づいて、対象ユーザに次の行動を推薦する。この三つの関係と逐次適応モデルを統合すると、対象ユーザの興味変化を適時に検知でき、成功したプロセスから、この変化に応じた情報推薦が可能になる。我々は提案手法に応用シナリオを考慮したうえ、シミュレーションを行い、有用性を検証する。

最後に、我々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、ユーザ中心の推薦手法を個人学習支援に適用し、個人学習を支援するための目的駆動型ナビゲーション・システムを実装する。学習ドメインにおける類似度を計るために、我々は活動コースモデル (Activity Course model) を導入している。このモデルによって、ドメイン知識に従って、一連の順次ある学習コンセプト (Learning Concept) が抽出される。一つの学習コンセプトに対して、複数の学習活動 (Learning Activity) がある。この学習活動は、一連の順次があり、かつ目的を持った学習行動 (Learning Action) として構成される。学習行動は一連の学習操作 (Learning Operation) として構成される。この理解に基づいて、対象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良い成績を取った学生から抽出する。さらに、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する。その後、対象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に明らかになったことは、対象ユーザの成績傾向が、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ユーザ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、この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。この結果は本提案の有効性を示している。

我々の提案は、ユーザの個性化を重視しながらユーザの共通性を考慮したユーザ中心の推薦手法である。この提案では、逐次適応モデルと挙動解析に基づく最適化情報検索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。結果として、ユーザのニーズや情報アクセスの変化などを検知でき、さらに、ユーザの情報アクセス挙動をパターン化で解析し、挙動パターンの類似度によって、過去の成功した情報アクセスのプロセスを抽出することより、対象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、従来の情報推薦システムと比べると、我々の提案によって推薦されることは、最終結果ではなくて、情報アクセスのプロセスである。即ち、この手法は、ユーザに有形の知識を単に推薦するだけでなく、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。言い換えると、個人差を検知し、似たような成功した先人の知恵とその成功経験を借りて、対象ユーザに情報探索の効率を向上させることである。これは本提案の主旨である。我々は提案しているユーザ中心の最適化情報検索プロセス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。