

2014年7月23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	周 暁康
学位の種類	博士（人間科学）
論文題目	Unified Modeling and Analyzing of Personal Data and Behaviors for Individualized Information Utilization 個人化情報活用のためのパーソナルデータと挙動解析による統合モデリング手法
論文審査員	主査 早稲田大学教授 金 群 博士（工学）（日本大学） (ウェブ情報学・サービス情報学) 副査 早稲田大学准教授 尾澤 重知 博士（知識科学）（北陸先端 科学技術大学院大学）（教育工学） 副査 早稲田大学教授 菊池 英明 博士（情報科学）（早稲田大学） (ヒューマンインタフェース・インタラクション) 副査 早稲田大学教授 西村 昭治 博士（人間科学）（大阪大学） (教育工学)

ICT技術の進歩に伴い、ソーシャルメディアやスマートフォンなどの携帯端末が急速に普及し、いつでもどこでも誰でも簡単に情報を発信したり共有したりすることが可能となり、個人に関わる情報行動が許可さえあればリアルタイムに記録でき、その結果、さまざまなデータや情報が爆発的に増え、ビッグデータ時代の到来と言われている。ビッグデータのなかで、ある個人に関わるデータや、その個人が生成したデータを集めたものは、パーソナルデータと呼ばれている。一方、情報活用については、個人による情報検索・探索、個人を対象とする情報推薦、グループにおける情報共有など、さまざまな視点とアプリケーション場面が考えられる。個に適合する個人化情報活用を実現するには、個人の情報挙動やさまざまな社会活動を解析し、パーソナルデータに隠される意図やニーズといったコンテキスト情報を抽出し、ユーザモデルの構築が必要である。パーソナルデータは、多様な異なるデバイスやシステムからダイナミックに生成され、量が大きく、しかもデータ構造がない無秩序なものや、価値のないノイズも多く含まれている。複雑で異種のパーソナルデータを分析・処理し、時間の経過に伴い変化するユーザのニーズに合致する関連情報を見つけ、提供することに大きな困難を伴う。多くの研究が行われているが、未解決の課

題がまだ多く残されている。

本研究では、個人化情報活用やグループにおける情報共有を促進するため、大量の無秩序なデータを整合し組織化するとともに、個人ニーズの推測や挙動解析を行うことによる統合モデリング手法を研究開発することを目的とし、個人の情報行動を記録するデータ、関心や興味を示すデータ、他の人とのやり取りやさまざまな社会活動のログデータなど含まれるパーソナルデータを分析しながら、挙動解析を行うという逐次的に進化する統合モデリングの計算論的アプローチの構築をめざしている。

本論文は、6つの章からなる。各章で述べられている内容は以下の通りである。

第1章は、序論である。本研究の背景について述べ、パーソナルデータの分析・処理の難しさと課題を明らかにし、本研究の目的を示している。

第2章では、関連先行研究を調査し、これらの研究との比較を通して本研究の位置づけを明確にしている。

第3章では、まず、**Organic Streams** と呼ばれるデータ統合・組織化のための統合フレームワークを提案している。**Organic Streams** は、柔軟に拡張可能なデータキャリアとして、意味の欠ける断片的な形で生成されるパーソナルデータをシンプルかつ効率的に形式化・組織化し、記述する手段を提供し、それによって、生のストリームデータを個人のニーズに基づき分析・処理し、関連し合う意味のあるものとして組織化することが可能となる。さらに、ユーザの興味や関心、ニーズをキャプチャーし、関連データを集め、整合性の取れた形で統合することによって、関連し合う情報を獲得するためのヒューリスティックなメカニズムとアルゴリズムを開発している。また、個人の情報挙動の背後に隠されている社会的影響の要素を抽出し、定量化するとともに、タスク指向プロセスにおけるシーケンシャルな挙動を形式的に記述し、分析する挙動分析手法を提案している。

第4章では、**Dynamically Socialized User Networking (DSUN)** と呼ばれるモデルを提案し、パーソナルデータから「特徴に基づく関係」と「影響に基づく関係」と呼ばれる明示的あるいは暗示的な社会的関係をモデル化し記述する。いくつかの指標を導入し、ふたりのユーザ間のつながりを、特徴類似度と社会的影響度を基に動的に計算し、ユーザ間の相関関係を定量化する。また、ユーザプロフィールを構築するため、複数の属性を定義し、さまざまな役割を果たすユーザを探し出すアルゴリズムを考案している。さらに、ユーザの動的な相関関係とプロフィールを基に、特定のユーザに適したコミュニティを発見し推薦するアルゴリズムを開発している。そのうえ、Twitter データを収集し、評価実験環境を構築して、DSUN モデルの有効性を検証している。その結果、個人化情報活用のための好ましいユーザまたはコミュニティの発見を支援できる DSUN モデルの高い実現可能性と有用性を明らかにしている。

第5章では、本研究の提案アプローチをタスク指向ラーニングプロセスの共有を特徴とする個人化学習支援への適用を試みている。まず、タスク指向ラーニングプロセスを記述するための階層モデルを提案し、学習者の学習履歴から抽出される学習行動パターンを定

義し、あるグループのユーザ間の学習行動の類似度を計算し分析することにより、ある目標を共有する「ゴール駆動ラーニンググループ」を動的に計算するアルゴリズム、さらに、学習行動パターンおよびユーザ間の相関関係の分析結果に基づいてゴール駆動ラーニング推薦アルゴリズムを考案し、試作システムを構築している。それにより、ターゲットユーザに対して次に行うべきもっとも適する学習行動のガイダンスを提供することが可能となっている。評価実験では、Moodle と呼ばれるコミュニティに基づく学習管理システムを利用して行われた一学期分の大学授業のログデータを用いて、提案モデルとアルゴリズムの有効性と実用性を分析・検証している。その結果、本研究の提案方法が学習目標を追求する学習者を効果的に導くとともに、タスク指向協同学習プロセスを促進できることを示唆している。

第6章は、本論文の結論である。本研究で提案している基本モデルと分析手法の特徴などをまとめ、本研究の問題点や今後の課題について述べている。

本研究は、無秩序なデータから関連性のある情報へ、さらにつながりのある人々への理念を基に、個人に関する、個人により日々生成される大量のパーソナルデータと挙動解析による統合モデリング手法を計算論的アプローチとして構築するものである。本研究では、無秩序なデータを整合性の取れたものとして組織化するための **Organic Streams**、関連し合うものとして情報化するためのヒューリスティックなメカニズム、さらに、社会的影響の定量化や挙動パターンの抽出および、それに基づくユーザ間の挙動類似度を計算するための挙動解析手法を提案し、基盤モデルを構築している。そして、これらの基盤モデルと手法を基に、ユーザ間の潜在的な相関関係を分析し定量化するとともに動的なユーザプロファイリングとネットワーキングを構築可能な **DSUN** モデルとして発展させている。本研究の提案しているモデルと計算論的アプローチの応用事例として、個人学習者に適合するゴール駆動ラーニングプロセスを推薦するためのプロトタイプシステムを構築し、実証実験を行い、提案モデルと手法の有効性と実用性を実験データと評価結果の考察・分析を通して明らかにしている。

本研究の成果により、大量な無秩序で構造化されていないデータを整合しながら分析し組織化をはかり、データから情報へ、情報から知識へと進化させると同時に、ユーザの動的なプロファイリングやネットワーキングを構築することによって、特定のユーザにもっとも適したコミュニティの発見と推薦が可能となる。その結果、個人のみならずグループやコミュニティへの適応型サポートができ、連帯感の強いソーシャルネットワークの形成によってより多くの人々を関与させ、情報共有と知識創造を促進するダイナミックなコミュニティの構築が可能となり、より高度な個人化情報共有活用が期待できることとなった。本研究は、情報推薦と共有活用、パーソナルデータの処理・分析、個人化対応の学習支援など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。

なお、本論文（一部を含む）が掲載されたまたは掲載予定の主な学術論文は以下の通りである。

- [1] X. Zhou, N.Y. Yen, Q. Jin and T.K. Shih: “Enriching User Search Experience by Mining Social Streams with Heuristic Stones and Associative Ripples,” *Multimedia Tools and Applications* (Springer), Vol.63, No.1, pp.129-144 (2013).
- [2] X. Zhou, J. Chen, B. Wu and Q. Jin: “Discovery of Action Patterns and User Correlations in Task-Oriented Processes for Goal-Driven Learning Recommendation,” *IEEE Transactions on Learning Technologies* (in press).
- [3] X. Zhou and Q. Jin: “A Heuristic Approach to Discovering User Correlations from Organized Social Stream Data,” *Multimedia Tools and Applications* (Springer, in press).

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