

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ソーシャル・ネットワーク分析に関する研究: サンプルングと高次の相互作用に焦点を当てて
Title(English)	Studies on Social Network Analysis: Sampling and Higher-order Interactions
著者(和文)	中嶋一貴
Author(English)	Kazuki Nakajima
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12170号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:三好 直人,高安 美佐子,南出 靖彦,脇田 建,村田 剛志,首藤 一幸
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12170号, Conferred date:2022/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	中嶋 一貴	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	三好 直人	教授	脇田 建	准教授
	審査員	高安 美佐子	教授	首藤 一幸	特定教授
		南出 靖彦	教授		
村田 剛志		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Studies on Social Network Analysis: Sampling and Higher-order Interactions (ソーシャル・ネットワーク分析に関する研究:サンプリングと高次の相互作用に焦点を当てて)」と題し、英語で全 6 章から構成されている。

ソーシャル・ネットワーク分析は、社会的相互作用に関する体系的な実データに基づいて行われる。歴史的には、相互作用に関する実データは手作業によって収集され、解析は数百の個人間の相互作用に限られていた。過去 20 年にわたる科学技術の進歩により、数億規模の個人間の相互作用、時間変化する相互作用、3 人以上の個人間の高次の相互作用をはじめとする解像度の高い実データが利用可能となり、ソーシャル・ネットワーク分析の規模と精度が大幅に向上した。本博士論文は、「オンライン・ソーシャル・ネットワークにおけるユーザ間の友人関係」および「個人間の高次の社会的相互作用」の 2 種類のデータそれぞれに焦点を当てた分析手法を提案している。

第 1 章では、オンライン・ソーシャル・ネットワークおよび高次の相互作用を伴うソーシャル・ネットワークそれぞれの分析に伴う課題と先行研究を述べている。そして、それらを踏まえた上で、本博士論文の貢献の概略を述べている。

第 2 章および第 3 章では、オンライン・ソーシャル・ネットワークの分析手法を提案している。現実のネットワークが数億規模のユーザを抱え、かつそのデータへのアクセスが一般的に制限されることを踏まえて、一部のデータをサンプリングしてネットワーク特徴量を正確に推定することを目標としている。データのサンプリングには、数学的特性に利点のあるランダム・ウォークを採用している。

第 2 章では、ランダム・ウォークの実行を妨げる友人非公開ユーザを考慮した推定手法を提案し、そうしたユーザを含めたネットワーク全体の特徴量を正確に推定する方法を論じている。友人非公開ユーザを伴うネットワークの実データを使用した数値実験を行い、提案手法の有効性を示している。

第 3 章では、解析対象の特徴量に制限の無い正確な推定手法を実現するために、ランダム・ウォークで得られたサンプルから元のネットワークを復元する手法を論じている。推定した局所的構造の特徴量およびサンプリングした部分グラフを保存したネットワークの生成手法を提案し、従来手法では対処できない大域的構造の特徴量やネットワークの視覚的特徴の正確な推定を実現している。

第 4 章および第 5 章では、高次の相互作用を伴うソーシャル・ネットワークの分析手法を提案している。3 つ以上のノード間の高次の相互作用を 2 ノード間の相互作用として表したネットワークを解析する従来の方法とは対照的に、ノード間の高次の相互作用を厳密に保存する二部グラフ表現やハイパーグラフ表現を用いた解析手法を目指している。

第 4 章では、ハイパーグラフの局所的構造の特徴量を保存したランダム・ハイパーグラフを生成することで、現実のハイパーグラフの特徴量を分析する手法を提案している。現実のハイパーグラフと生成ハイパーグラフの間で構造やダイナミクスを比較する数値実験を行い、提案手法が現実のハイパーグラフを解析する際の比較対象となる参照モデルとして機能することを示している。

第 5 章では、米国の研究機関および共同研究助成から成る二部ネットワークに焦点を当て、多くの研究助成を獲得した研究大学が互いに密に連携し合う「リッチ・クラブ現象」を解析する手法を提案している。さらに、米国の研究機関により発表された一連の論文データを収集することで、リッチ・クラブ現象と論文生産性の間に正の相関関係があることを観察し、研究機関の間の密な連携関係がもたらす論文生産性の利点を示唆している。

第 6 章では、本博士論文の結論および将来の研究の方向性を述べている。

以上のように、本博士論文は、現実のソーシャル・ネットワークのデータ構造およびデータへのアクセス制限に忠実な分析手法を目指しており、その中でオンライン・ソーシャル・ネットワークおよび高次の相互作用を伴うソーシャル・ネットワークに焦点を当てた分析手法を提案するとともに、実データを用いて提案手法の有効性を実証している。得られた成果は、社会的構造および社会的ダイナミクスをより詳細に理解する可能性を広げるものであり、社会的な意義も大きい。よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値があるものと認める。