

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Community Detection Algorithms for Scale-free Networks
著者(和文)	Jarukasemratana Sorn
Author(English)	Sorn Jarukasemratana
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9663号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:村田 剛志,佐藤 泰介,秋山 泰,篠田 浩一,藤井 敦
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9663号, Conferred date:2014/9/25, 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	Sorn Jarukasemratana
論文審査 審査員		氏 名	職 名	
	主査	村田剛志	准教授	藤井敦
	審査員	佐藤泰介	教授	
		秋山泰	教授	
		篠田浩一	教授	

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Community Detection Algorithms for Scale-free Networks(スケールフリーネットワークのためのコミュニティ抽出アルゴリズム)」と題し、英文5章より構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景について述べている。コミュニティ抽出に関する基本概念としてコミュニティの定義やネットワークモデル、コミュニティの評価指標等を説明し、代表的なコミュニティ抽出手法を概観している。さらに本論文で対象とするスケールフリーネットワークの特徴について述べ、既存手法における問題点を指摘している。

第2章「Node Centrality and Edge Distance Approach」では、スケールフリーネットワークのための新たなコミュニティ抽出手法について述べている。この手法は、(1)多くの辺とつながった頂点を手がかりにコミュニティを抽出し、(2)密につながった二頂点を同一のコミュニティに所属させるというアイデアに基づくものである。頂点の中心性として距離3の閉路を加味したKatz 中心性を導入し、また二頂点間の複数の経路を考慮した頂点間距離を定義し、中心性の高い頂点から順番にコミュニティに所属させる手法を提案している。人工的に生成したネットワークと、正解コミュニティが分かっている実ネットワークを用いて実験を行い、既存手法である Louvain 法や Top Leader 等よりも精度の高いコミュニティ抽出を実現できることを示している。さらに、提案手法の計算量についての議論を行い、比較的精度の高い既存手法よりも計算量が少ないことを示している。

第3章「Edge Weight Approach」では、スケールフリー性がないネットワークに対しても有効な新たなコミュニティ抽出手法について述べている。現実のネットワークにおいては、頂点の次数分布がべき法則に従う部分と従わない部分が混ざっている場合が多い。このようなネットワークを mixed scale-free network と呼び、(1)スケールフリー性がある部分に適したコミュニティ抽出手法と、(2)それ以外の部分に適したコミュニティ抽出手法を交互に繰り返し適用することによって、高精度のコミュニティ抽出を実現している。(1)として周囲の頂点が所属するコミュニティとそれらとの辺重みから各頂点の所属するコミュニティを決定する手法を提案し、(2)としてモジュラリティ最適化に基づく Louvain 法をベースにした手法を用いている。人工的に生成したネットワークと、正解コミュニティが分かっている実ネットワークを用いて実験を行ったところ、頂点の次数分布が正規分布に従うネットワークでは既存手法と同程度の精度であり、次数分布がべき法則に従うネットワークでは既存手法よりも高い精度となることを示している。また Facebook network 等の実ネットワークでの実験結果を可視化し、既存手法では必要以上に細分化されてしまっている部分がまとまったコミュニティとして抽出できていることを示している。

第4章「Discussions」では、提案手法の計算時間を分析している。頂点の中心性の計算と辺重みの計算を比較し、後者に多くの時間がかかっていることを理論と実践の両面から示している。また第3章の提案手法中で Louvain 法以外の既存手法を用いることもできることを指摘し、第2章と第3章の提案手法における頂点の中心性の計算と辺重みの計算に必要なパラメータについて比較している。

第5章「Conclusions and Future Work」では、本論文の結論および貢献について述べ、今後の課題についてまとめている。

以上を要するに、本論文は、ネットワーク分析における重要な技術であるコミュニティ抽出において、精度の高いアルゴリズムを提案してその有効性を検証したものであり、工学上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。