



Title	Network Mining : Estimating Node Characteristics from Topological Structures of Complex Networks
Author(s)	杉山, 浩平
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49695
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	すぎやまこうへい 杉山浩平
博士の専攻分野の名称	博士(情報科学)
学位記番号	第23062号
学位授与年月日	平成21年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学位論文名	Network Mining : Estimating Node Characteristics from Topological Structures of Complex Networks (ネットワークマイニング: 複雑ネットワークのトポロジ構造を用いたノード特性の推定)
論文審査委員	(主査) 教授 今瀬 真 (副査) 教授 村上 孝三 教授 村田 正幸 教授 東野 輝夫 教授 中野 博隆

論文内容の要旨

近年、複雑ネットワークのトポロジ構造を利用するさまざまな取り組みが活発に行われている。例えば、複雑ネットワークのトポロジ構造が有する性質を分析する、ネットワーク分析と呼ばれる研究がさかんに行なわれている。他にも、Web の検索エンジンのように、ネットワークのトポロジ構造を利用した情報検索手法も広く用いられている。複雑ネットワークのトポロジ構造は、一般に、ネットワークを構成するノード同士の何らかの関係を反映したものである。これは逆に、ネットワークを構成するノードの特性(以下、「ノード特性」と呼ぶ)が、複雑ネットワークのトポロジ構造から推定できる可能性があることを意味している。複雑ネットワークのトポロジ構造から、ノード特性を推定することができれば、情報検索/分類・需要予測・マーケティングなど、様々な用途への応用が期待される。ネットワークのトポロジ構造からノード特性が推定できる可能性があることは知られているが、どのような条件下において、どの程度正確にノード特性を推定できるかはこれまで十分明らかにされていない。

そこで本研究では、まず、ネットワークの一例として、企業をノードとし、企業間の取引関係をリンクとした、企業間の取引関係ネットワークに着目し、ノード(企業)の特性を推定する構造的優位性 SSI (Structural Superiority Index) を提案する。構造的優位性とは、企業間の取引関係ネットワークにおいてある企業が、その他の企業と比較して(ネットワーク構造的に)どの程度有利な位置にいるかを示す。その結果、企業間の取引関係ネットワークの構造的優位性は、企業の時価総額と関係していることにより、企業の取引関係ネットワークのトポロジ構造のみを利用して、各ノードの価値を判断できる可能性があることを示す。しかし、ノード特性の推定手法 SSI は、限られた範囲でしか有効性は実証されていない。そこで本研究では、さらに、ノード特性の推定手法を体系的に評価するため、ソーシャルネットワーク生成モデル LRE (Linkage with Relative Evaluation) を提案する。ネットワーク生成モデル LRE は、ソーシャルネットワークの特徴を再現することを目的としており、「人は相対評価に基づいて行動する」という性質をモデル化している。LRE によって生成したネットワークにノード

特性推定手法 SSI を適用することにより、ノード特性の推定手法 SSI の推定精度を評価する。その結果、構造的優位性は上位 10 % のノードを推定するためには、有効であるが、上位 1 % のノードを推定するためには、適用することができないことを示す。この結果を基に、既存のノード特性推定手法の精度を向上させるため、ノード特性の再帰的推定手法 RENC (Recursive Estimation of Node Characteristic) を提案する。再帰的推定手法 RENC は、ネットワークのトポロジ構造を用いて、ノード特性を推定する処理を再帰的に実行することにより、ノイズの影響を低減する。再帰的推定手法 RENC を適用した場合のノード特性の推定精度を評価し、RENC の適用領域および有効性を明らかにする。

論文審査の結果の要旨

複雑ネットワークのトポロジ構造から、ノード特性を推定することができれば、情報検索/分類・需要予測・マーケティングなど、さまざまな用途への応用が期待されている。本論文では、ネットワークのトポロジ構造を用いたノード特性の推定手法、および、ノード特性の推定精度を向上させるための手法を提案している。

まず、本論文では、ネットワークの一例として、企業をノードとし、企業間の取引関係をリンクとした、企業間の取引関係ネットワークに着目し、ノード(企業)の特性を推定する構造的優位性 SSI (Structural Superiority Index) を提案している。構造的優位性とは、企業間の取引関係ネットワークにおいてある企業が、その他の企業と比較して(ネットワーク構造的に)どの程度有利な位置にいるかを示す。企業間の取引関係ネットワークの構造的優位性は、企業の時価総額と関係していることにより、企業の取引関係ネットワークのトポロジ構造のみを利用して、各ノードの価値を判断できる可能性があることを示している。

しかし、ノード特性の推定手法 SSI は、限られた範囲でしか有効性は実証されていない。そこで本論文では、さらに、ノード特性の推定手法を体系的に評価するため、ソーシャルネットワーク生成モデル LRE (Linkage with Relative Evaluation) を提案している。ネットワーク生成モデル LRE は、ソーシャルネットワークの特徴を再現することを目的としており、「人は相対評価に基づいて行動する」という性質をモデル化している。LRE によって生成したネットワークにノード特性推定手法 SSI を適用することにより、ノード特性の推定手法 SSI の推定精度を評価している。その結果、構造的優位性は上位 10 % のノードを推定するためには、有効であるが、上位 1 % のノードを推定するためには、適用することができないことを示している。

さらに本論文では、この結果を基に、ノード特性推定手法 SSI の精度を向上させるため、ノード特性の再帰的推定手法 RENC (Recursive Estimation of Node Characteristic) を提案している。再帰的推定手法 RENC は、ネットワークのトポロジ構造を用いて、ノード特性を推定する処理を再帰的に実行することにより、ノイズの影響を低減する。再帰的推定手法 RENC を適用した場合のノード特性の推定精度を評価し、RENC の適用領域および有効性を明らかにしている。

以上のように、本論文では、複雑ネットワークにおけるノード特性の推定の実現に向けた多くの研究成果をあげている。よって、博士(情報科学)の学位論文として価値あるものと認める。