



Title	Techniques for Estimating Variable Relations from Small Samples
Author(s)	Sogawa, Yasuhiro
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27578
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	十 河 泰 弘
博士の専攻分野の名称	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 2 6 2 2 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 25 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学 位 論 文 名	Techniques for Estimating Variable Relations from Small Samples (少数標本下における変数間関係推定手法)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 鷲 尾 隆 (副査) 教 授 滝 根 哲 哉 教 授 北 山 研 一 教 授 馬 場 口 登 教 授 三 瓶 政 一 教 授 井 上 恭 教 授 河 崎 善 一郎 准教授 来 村 徳 信

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、少数標本下における変数間関係推定手法についてまとめたものであり、以下の五章で構成される。

第一章は序論であり、本論文で扱う変数間関係推定のための既存技術を紹介し、それらの問題点について述べている。既存技術は 2 つに大別され、ひとつは全変数間の影響関係ネットワークに関する知見を得るためのものであり、もうひとつは特定変数（被説明変数）とそれ以外の変数（説明変数）との関係を明らかにするための手法である。本章では、これらの既存技術の概要を述べた上で本研究の位置づけを明確化している。

第二章では、変数間関係推定で用いられるモデルの一つである線形非正規非巡回モデルとそのモデルに基づいた変数間関係推定手法の紹介を行っている。従来手法は、遺伝子データのような大規模変数かつ少数サンプルから構成されるデータへの適用が困難であったことから、本章では全変数間の影響関係を推定する代わりに、変数状態変化の伝播の大本となる変数に着目し、それらを少数サンプルデータから推定する手法を提案している。さらにこの提案手法を人工データ及び遺伝子データへ適用し、その有用性を述べている。

第三章では、線形非正規非巡回モデル下で実データに対して全変数間関係推定を行う際に、少数サンプル下での推定精度ならびにノイズに対するロバスト性が重要であることから、従来手法よりもそれらを確立するための手法を提案している。そして、提案手法と従来手法を数値実験によって比較し、少数サンプル下における精度とノイズに対するロバスト性について提案手法の優位性を示している。

第四章では、変数間関係推定手法のもう一つの枠組みである、被説明変数と説明変数との間の影響関係推定法について扱っている。二章・三章では、全変数についてのデータが少数サンプルから構成されることを問題としていたのに対し、ここでは説明変数の各サンプルの値はすべて既知であるが、被説明変数の値が大半のサンプルで未知であるという現実によく存在する問題に焦点を当てている。このようなデータに対しては近年能動学習と呼ばれる技法に基づく関係推定手法が有用であるとされているが、従来法は現実のデータに多く含まれるノイズの影響を考慮していなかった。そこで、本章ではノイズに対して従来法よりもロバストな能動変数間関係推定手法の提案を行っている。本章で提案された手法は、人工データおよび実データを用いた実験によって評価され、その有用性が示されている。

第五章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

通信ネットワークやセンシングネットワーク技術の発達・普及に伴い、計算機に多数の変数間の複雑な関係を表現するデータが蓄積される時代となっている。このような状況を背景として、

時間資源の制約や時間的な即応性の要求から比較的少数の標本を用いてこのような複雑な変数間関係を把握しなければならない多くのニーズが生れている。

本論文は、少数標本下における幾つかの重要な変数間関係推定手法を提案している。

(1) 変数間関係推定で用いられるモデルの一つである線形非正規非巡回モデルとそのモデルに基づいた推定手法を提案している。従来手法は、遺伝子データのような大規模変数かつ少数サンプルから構成されるデータへの適用が困難であった。そこで本論文では、全変数間の影響関係を推定する代わりに、変数状態変化の伝播の大本となる変数に着目し、それらを少数サンプルデータから推定する手法を提案している。さらにこの提案手法を人工データ及び遺伝子データへ適用し、その有用性を明らかにしている。

(2) 線形非正規非巡回モデル下で実データに対して全変数間関係推定を行う際に、少数サンプル下での推定精度ならびにノイズに対するロバスト性が重要である。本論文では、従来手法よりもよりロバストな手法の提案を行なっている。そして、提案手法と従来手法を数値実験によって比較し、少数サンプル下における精度とノイズに対するロバスト性の優位性を明らかにしている。

(3) 変数間関係推定手法のもう一つの枠組みである、被説明変数と説明変数との間の影響関係推定法について、ノイズに対して従来法よりもロバストな能動変数間関係推定手法の提案を行っている。本提案手法を人工データおよび実データを用いた実験によって評価し、その有用性を明らかにしている。

以上のように、本論文は多数変数から構成される少数標本データにおいて、変数間の複雑な依存関係を体系的に明らかにするための解析手法を提供している。データマイニングや統計解析の分野においてこのような方法論は斬新かつ有用であると考えられ、当該分野研究の今後の発展に寄与するところ大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。