



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Continuous Time Structural Autoregressive and Autoregressive Moving Average Modeling Approaches and Their Application |
| Author(s)    | Demeshko, Marina  |
| Citation     | 大阪大学, 2015, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/53982">https://doi.org/10.18910/53982</a>   |
| rights       |   |
| Note         |   |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

## Abstract of Thesis

Name ( Demeshko Marina )

Title

Continuous Time Structural Autoregressive and Autoregressive Moving Average Modeling Approaches and Their Application  
(連続時間構造自己回帰・自己回帰多動平均モデリングアプローチとその応用)

## Abstract of Thesis

This dissertation presents a research on techniques of canonical Autoregressive and Autoregressive Moving Average modeling from multivariate data. The dissertation is the result of the research during the Ph.D. course at the Department of Information and Communication Technology, Graduate School of Engineering, Osaka University. The dissertation is organized as follows.

Chapter 1 describes the background, the motivation, the purpose of this research, and the outline of this dissertation. The key objective of this dissertation is to construct methodologies for finding the structure of the dependencies among the multiple processes in the objective system.

Such techniques allow us to infer the unknown data generating mechanism or to model the target data with an efficient manner. For the purpose, we focus on the Autoregressive and then on more complex Autoregressive Moving Average models. These two models form the basis of the dissertation, which we further extend in the upcoming chapters.

Chapter 2 is devoted for the Continuous time Structural Vector Autoregressive (CSVAR) modeling approach. We also provide its theoretical and numerical justifications.

In Chapter 3, we describe a Continuous time Structural Autoregressive Moving Average (CSARMA) modeling approach which is essential for the analysis of more complex systems. The validity of the proposed method is verified through numerical simulations and also on an application to the real-world system.

Chapter 4 describes an application of the developed CSARMA method to the nuclear reactor stability analysis through the investigation of the anomaly unstable event during the operation of Kernkraftwerk Boiling Nuclear Reactor.

Chapter 5 concludes this dissertation.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏 名 ( Demeshko Marina ) |     |     |       |
|-------------------------|-----|-----|-------|
|                         | (職) | 氏 名 |       |
| 論文審査担当者                 | 主 査 | 教授  | 鷺尾 隆  |
|                         | 副 査 | 教授  | 駒谷 和範 |
|                         | 副 査 | 准教授 | 河原 吉伸 |
|                         | 副 査 | 教授  | 滝根 哲哉 |
|                         | 副 査 | 教授  | 北山 研一 |
|                         | 副 査 | 教授  | 馬場口 登 |
|                         | 副 査 | 教授  | 三瓶 政一 |
|                         | 副 査 | 教授  | 井上 恭  |

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、自己回帰モデル及び自己回帰移動平均モデルと連続時間構造モデルの枠組みを統合して、連続値多変数の観測時系列間の時間的変動の影響波及関係を推定する新たな手法の提案と、それをプロセスプラントの変数間影響波及関係の同定へ適用する研究をまとめたものであり、以下に示す5章より構成されている。

第1章では、対象系の観測データ生成機構の推定や観測データのモデル化が、対象理解や科学的、工学的、社会的応用において果たす重要な役割について述べ、そのような機構を表す影響波及関係のモデリング手法の提案を本研究の目的として掲げている。

第2章では、状態空間が連続である線形近似可能な対象系の時間発展が、一般的に連続時間多変数構造化自己回帰モデルで近似できることを説明し、観測データから逆問題としてそれを推定する原理とアルゴリズムを提案している。そして、その妥当性を理論と数値実験によって示している。

第3章では、前章で述べた自己回帰モデルを連続時間多変数構造化自己回帰移動平均モデルに拡張し、それが連続状態空間の線形対象系の時間発展を一般的に記述できることを説明し、観測データからそれを推定する原理とアルゴリズムを提案している。そして、その妥当性を理論と数値実験によって示している。

第4章では、前章までに開発した連続値多変数の観測時系列間の時間的変動の影響波及関係を推定する手法をプロセスプラント実データに適用している。そして、その推定結果が対象系に関する物理的知識や設計知識に極めて整合することを通じて提案手法の実用的妥当性を示すと共に、さらにプロセスプラントが特定の条件において示す不安定性を生起させる新たな機構の明示を通じて提案手法が新たな知見をもたらす手段足りえることを示している。

第5章では、本研究全体を通して得られた主な成果をまとめ、本論文を総括している。

以上の内容に基づく本研究で得られた成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 連続値多変数の観測時系列間の時間的変動の影響波及関係を推定する手法として、連続時間多変数構造化自己回帰モデリング法を提案し、理論と数値実験を通じた妥当性を示している。
- (2) 上記をさらに拡張し、より厳密に観測時系列間の時間的変動の影響波及関係を推定する手法として、連続時間多変数構造化自己回帰移動平均モデリング法を提案し、理論と数値実験を通じた妥当性を示している。
- (3) これらの手法を現実のプロセスプラントデータに適用し、結果の妥当性を実証すると共に、科学的、工学的に有用な新たな知見を明らかにする能力を示している。

以上のように本論文は、多くの科学的、工学的、社会的分野において広く見られ、状態空間が連続である線形近似可能な対象系の時間発展において観測される変動の影響波及関係を推定する一般的新原理と手法を提示している。さらに、それが代表的適用分野であるプロセスプラントの不安定性解析にて妥当な結果をもたらすこと、新たに重要な知見をもたらす得ることを、実践的適用により確認している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。