

氏名	UMAPORN YOKKAMPON (タイ)
学位の種類	博士 (情報工学)
学位記番号	情工博甲第370号
学位授与の日付	令和4年 9月26日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Robust Unsupervised Anomaly Detection with Variational Autoencoder in Multivariate Time Series Data (多変量時系列データの変分オートエンコーダによるロバストな教示なし異常検知)
主査	教授 林 英治
	” 宮野 英次
	” 古賀 雅伸
	准教授 大竹 博

## 学位論文内容の要旨

産業分野で稼働しているロボットシステムは大規模な工場でハード/ソフトの異常による生産ラインの停止が起きると、停止、原因究明、そして、復帰にかかるコストが莫大となる。そのため、事前に異常を検知する研究は様々に提案されているが、異常検知システムによるライン停止とその判断は緊急停止（火災、人身事故など）を除けばトレードオフであり、導入が進んでいない。本研究では、この異常に内在するセンサ、駆動、制御系信号に着目し、多変量時系列データの変分オートエンコーダによる異常検知手法を開発し、現状トレードオフとなっている判断精度を高めることを目指した。本論文では、Attribute matrices, ConvLSTM, and Anomaly Detection による新たなフレームワーク Multi Scale Convolutional Variational Autoencoder (MSCV AE)を提案し、異常検知のための Error Rate (ERR)を計画・構築し、様々な視点から検証を行っている。そして、前処理としての属性値行列 Attribute matrices、時間パターンを捕捉するConvLSTM、新しい閾値設定によるError Rate (ERR)が効果的に機能し、産業界が要求する高い精度となる99%の検出を実現し、その検証法と有効性を確認している。

本論文は5章で構成されている。

第1章は序論である。まず、新たな異常検知システムアーキテクチャとシステム研究開発するために、時系列データによる異常検知に関わる調査と課題抽出を行い、これまでの研究開発について概説している。そして、本研究の位置付けを明確にし、目的について述べている。

第2章は、多変量時系列データと特性についての基本的原理について説明し、本研究の課題とともに、方針と方法について述べている。

第3章は、多変量時系列データや提案したアルゴリズムの異常検知のための実用的手法について概説

し、属性行列群の値の出力方法、そして、新たな閾値設定の方策について述べている。

第4章は、提案したフレームワークや従来のフレームワークの検証・実験で扱う大量のデータ標本について説明し、提案したフレームの一部機能を、要素ありと要素なしとした性能を比較するアプリケーション研究による比較検証実験とその結果について述べている。

第5章は結言であり、各章で得られた結果を統括し、結論を述べている。

## 学位論文審査の結果の要旨

本論文調査では、論文の巧緻性、明確性、有用性ととも、提案したフレームワークに関するアルゴリズム、計算方法に関する理論的・数理的な方法論、検証方法等の有効性などについて精査し、また、種々の質問がなされたが、いずれも著者から満足（明確）な回答が得られた。

公聴会においても、多数の出席者があり、多くの質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上のような調査により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文は、博士（情報工学）の学位に十分値するものであると判断した。