

AIを用いた原子力発電所における異常予兆検知システムの開発

(4) 2段階オートエンコーダによる検知アルゴリズムの改良

Development of Abnormal Sign Detection System using AI for Nuclear Power Plant

(4) Improvement of Detection Algorithm with Two-stage Autoencoder

*内藤 晋¹, 田口 安則¹, 加藤 佑一¹, 中田 康太¹, 名倉 伊作², 富永 真哉²,
三宅 亮太², 青木 俊夫²

¹株式会社 東芝, ²東芝エネルギーシステムズ株式会社

多数のプロセス値を同時に監視し、未知の事象を含めた異常の予兆を検知する、新しいデータ駆動型手法を開発した。約 3,000 プロセス値のシミュレーションデータに対し、誤検知ゼロで優れた検知性能を示した。

キーワード: プラント性能監視, ヘルスモニタリング, 異常予兆検知, 機械学習, オートエンコーダ

1. 緒言

原子力発電所において、プラントの性能と様々なシステムの健全性を監視する目的で、何千ものプロセス値が測定されている。運転員が全てのプロセス値を常時監視することは困難である。そこで、多数のプロセス値を同時に監視し、未知の事象を含めた異常予兆を、少ない誤検知で早期に検知可能にする、新しいデータ駆動型手法を開発した。

2. 検知アルゴリズムの改良

異常予兆はプロセス値と予測値の差で検知する。高精度の予測値を得るために、深層学習のアルゴリズムのひとつであるオートエンコーダをベースに、原子力発電所のプロセス値の特徴に対応したネットワーク構造を構築した(図1)。2段階のオートエンコーダで構成され、それぞれが異なる性質の信号を学習することで、正常状態を高精度に予測する。

3. 検知性能の確認

異常検知性能を、3,100 のアナログプロセス値を持つ 1,100 MW の沸騰水型原子炉のシミュレーションデータで確認した。2段階オートエンコーダは、定常状態、過渡状態、および外乱下において、誤検知ゼロで優れた検知性能を示した(図2)。

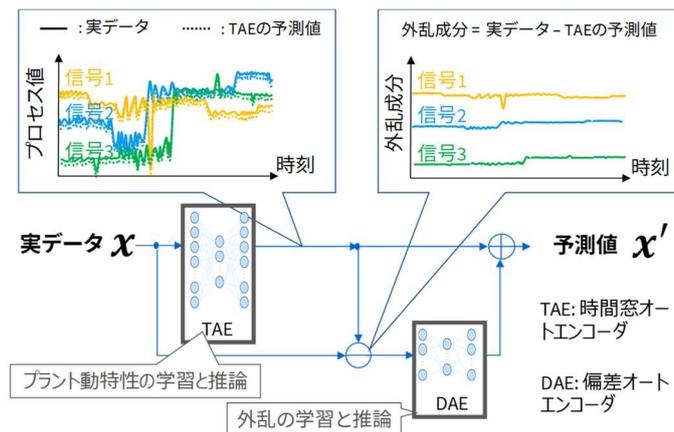


図1. ネットワーク構造

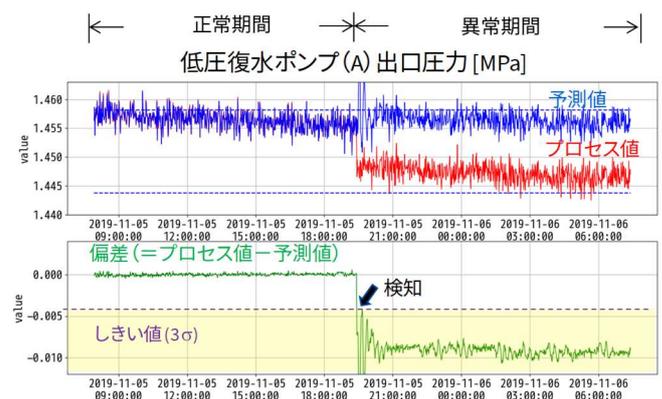


図2. 外乱下のプロセス値と予測値の例

参考文献

[1] S. Naito, et. al., "A new data driven method for monitoring a large number of process values and detecting anomaly signs with a two-stage model composed of a time window autoencoder and a deviation autoencoder," ICONE28-POWER2020 (2020).

*Susumu Naito¹, Yasunori Taguchi¹, Yuichi Kato¹, Kouta Nakata¹, Isaku Nagura², Shinya Tominaga², Ryota Miyake² and Toshio Aoki²

¹Toshiba Corporation, ²Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation.