

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

(6) 検知アルゴリズムに技術者の知識を取り込む仕組みの構築と検知性能向上

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

(6) Building an Architecture that Incorporates the Knowledge of Engineers into a Detection Algorithm and Enhances Detection Performance

*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, 宮本 千賀司², 寺門 優介², 高戸 直之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網羅的に監視する異常予兆検知の検知アルゴリズムにおいて、プロセス値の疑似相関の学習による誤検知発生を防止するため、技術者の知識を容易に取り込める仕組みを構築し検証した。

キーワード: 2段階オートエンコーダ, プラント性能監視, ヘルスモニタリング, 異常予兆検知, 深層学習

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ために、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ことを目的に、深層学習をベースとした検知アルゴリズムを開発している（2段階オートエンコーダ[1]）。

2. 検知アルゴリズムの改良

現実のプロセスデータにおいては、互いに物理的な因果関係の無いプロセス値が、偶然類似した変動傾向を示すことがある（図1、疑似相関）。検知アルゴリズムが疑似相関を学習することで、監視期間においてプロセス上は関係の無いプロセス値の予測値まで一緒に変動し（誤連動）、誤検知の原因となる。学習期間のプロセスデータからは物理的な関係の有無は分からない。そこで次の改良を行った。①技術者が、監視対象とする全プロセス値を、検知アルゴリズムがお互いの関係性を学習する物理相関 Gr と、学習しない単独監視 Gr に分類する。②アルゴリズムは分類を反映して学習する。この単純な2分類化によって、設計情報と技術者の知識を、技術者が容易に取り込めるようにした。

3. 改良効果の確認

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検証した。疑似相関の学習が防止でき、誤連動による誤検知が無くなり、検知性能が向上することが確認できた（図2）。

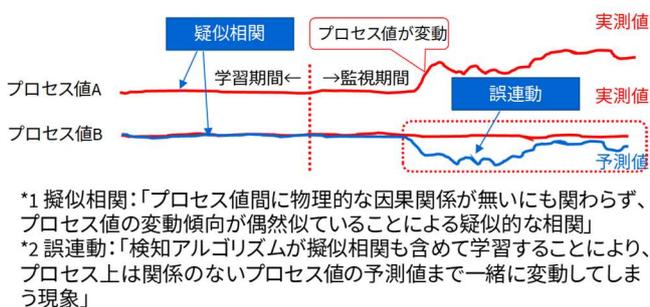


図1. 疑似相関による予測値の共連れ



図2. 改良前後で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,” ICONE2020 (2020).

*Susumu Naito¹, Yasunori Taguchi¹, Yuichi Kato¹, Kouta Nakata¹, Isaku Nagura², Shinya Tominaga², Ryota Miyake², Toshio Aoki², Chikashi Miyamoto², Yusuke Terakado² and Naoyuki Takado². ¹Toshiba Corporation, ²Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation.