

ABCI 3.0開発加速利用 (2025年度) 成果概要 (公開用)

課題名：ドメイン依存性に着目した時系列基盤モデルの適用性の解明

実施時期：2025年4月1日～2026年3月31日

所属機関名：中央大学

代表者氏名：丸 千尋

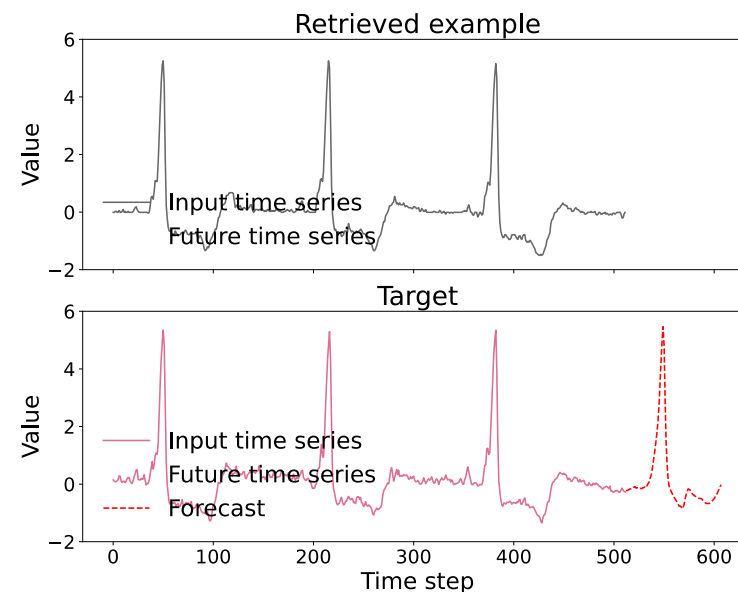
成果概要：大規模言語モデル (LLM) における検索拡張生成 (RAG) から着想を得て、事前訓練済みの時系列基盤モデルに検索例を活用する能力を付与するRATFM (Retrieval-Augmented Time Series Foundation Model) を提案した。入力時系列に対し同一ドメイン内から相互相関に基づいて類似例を検索・連結してモデルを学習させることで、ドメインに依存しない例の活用能力を獲得した。これにより、未知ドメインにおける異常検知においても、異常検知対象と同一ドメインで追加学習を行うIn-domain FTに匹敵する性能を達成した。

成果のポイント：

【提案手法】時系列基盤モデルTime-MoEに検索拡張 (RAG) 機構を組み込んだRATFMを提案した。本研究では、例を活用した時系列予測により異常検知を行う。これは、入力時系列に基づいて将来の値を予測し、予測値と実測値の差が大きい箇所を異常と判定する。従来手法は単一の入力時系列のみで予測を行うが、RATFMは入力時系列に対し、同一ドメイン内から相互相関に基づいて類似例とその将来系列を検索し、それらを連結してモデルを学習する。これにより、モデルはドメインに依存せず例を活用する能力を獲得し、未知ドメインへも対応可能となる。

【評価実験】RATFMの未知ドメインにおける異常検知性能を検証するため、UCR Anomaly Archive (9ドメイン) で評価した結果、RATFMは追加の学習や調整を行わないZero-shot (VUS-ROC: 68.7%) および異常検知対象とは異なるドメインで追加学習を行うOut-domain FT (70.5%) を上回り、VUS-ROC76.1%を達成した。さらに、In-domain FT (79.1%) に匹敵する性能を示した。また、単に検索例を与えるだけでは性能が改善せず (RATFM w/o training: 65.9%)、例を活用する能力の学習が必要であることを確認した。

図は、検索された類似例を活用することで異常検知が成功した例である。入力時系列 (下段実線) に対して、検索された類似例 (上段実線) およびその将来系列 (上段破線) を参照し予測を行った結果、実際の異常箇所 (ハイライト部分) の予測値 (下段赤色破線) は実測値 (下段桃色破線) と大きく乖離しており、この乖離が正しく異常として検出されている。



成果についてより詳細な情報を提供しているWebページ、発表論文などの情報：

丸 千尋, 佐藤翔悦, 時系列基盤モデルによる異常検知のための情報拡張, 2025年度統計関連学会連合大会, 2025年9月.

C. Maru and S. Sato, "RATFM: Retrieval-augmented Time Series Foundation Model for Anomaly Detection," arXiv:2506.02081, Jun. 2025.