

# Anomaly Detection using Adversarial Generative Networks in Multivariate Time Series

## 多次元時系列データにおける敵対的生成ネットワークを用いた異常検知

丸 千尋

多次元時系列データにおける異常検知とは、ある現象の時間的な変化を、連続的に観測して得られた多変数から成る値の系列から、通常とは異なる値や挙動を検出する技術である。多次元時系列データ上に表れる変化や異常の兆候を捉えることは、あらゆる分野における重要な課題であり、その自動化に関する研究が行われている。異常は一般に3種類に分類され、大多数の観測値から値が大きく逸脱する「点異常」、観測値の背景にある特定の文脈において特異となる「文脈依存型異常」、個々の観測値は正常であるが、連続する複数の観測値をまとめて考慮したとき、その挙動が特異となる「集団型異常」がある。点異常や文脈依存型異常は個々の観測値を扱うことで比較的容易に異常を検出できるため、これまで多くの手法が提案されてきた。一方、計測技術が発達し、時系列データが大量に得られるようになった昨今では、時系列データ特有の集団型異常を検出するモチベーションが高まっている。集団型異常の検出には、観測値同士の時間的な依存関係を捉えるモデルを構築する必要がある。

情報技術の発展に伴い、多次元時系列データにおける異常検知では、ディープラーニングを用いた手法が提案されている。ディープラーニングを用いることで点異常、文脈依存型異常の異常検知に加え、複雑な多次元データや時系列データを扱うことが可能となり集団型異常検知への応用が期待できるようになった。ただし、この手法は、実用化のためには検出精度に課題があり、分けても、集団型異常の検出において改善の余地がある。

本研究では、ディープラーニングのモデルの一つである敵対的生成ネットワーク (GANs, Generative Adversarial Networks) をベースとし、RNN または Transformer を組合せた多次元時系列データを対象とした異常検知モデルを提案する。GANs は、低次元の潜在変数から多次元の観測値を生成する generator、与えられた観測値が本物であるかを判定する discriminator から構成され、これらのネットワークが adversarial training と呼ばれるミニマックス最適化を通して学習される。本研究の提案モデルにおいては、多次元の観測値を低次元の潜在変数に圧縮する encoder を導入し、多次元の観測値を重要な情報を残した低次元の特徴量に変換して扱うことで、多次元データに対しても精度を落とさずに異常を検出することが可能となる。一方で、GANs においては時系列データにおける観測値同士の時間的な依存関係を捉えることができないという課題がある。本研究の提案モデルにおいては、GANs の encoder と generator に、RNN または Transformer という新たなモデルを組み合わせ、adversarial training により encoder、generator、discriminator の学習を行うことで観測値同士の時間的な依存関係を踏まえた異常検知手法を提案する。このとき、GANs と Transformer を組み合わせたモデルにおいては、観測値同士の長期の時間的な依存関係を学習させる attention メカニズムに sparse attention を採用することで、時系列データにおける関連性の強い観測値同士の影響を高め、長期間に渡って発生する異常の検出の精度向上も同時に可能となる。