

学位論文審査の要旨

| | | | | |
|-------|------------------------------|---------------|-----------|---|
| 学位申請者 | 丸 千尋 理学専攻2017年度生 | | 論文題目 | Anomaly Detection using Adversarial Generative Networks in Multivariate Time Series |
| 審査委員 | 主 査: | 小林 一郎 教授 | インターネット公表 | 学位論文の全文公表の可否 : 可 |
| | 副 査: | 小口 正人 教授 | | 「否」の場合の理由 |
| | 副 査: | 吉田 裕亮 教授 | | <input type="checkbox"/> ア. 当該論文に立体形状による表現を含む |
| | 審査委員: | 工藤 和恵 准教授 | | <input type="checkbox"/> イ. 著作権や個人情報に係る制約がある |
| | 審査委員: | オベル加藤ナタナエル 講師 | | <input type="checkbox"/> ウ. 出版刊行されている、もしくは予定されている |
| 学位名称 | 博士 理学 | | | <input type="checkbox"/> エ. 学術ジャーナルへ掲載されている、もしくは予定されている |
| (英語名) | (Ph. D. in Computer Science) | | | <input type="checkbox"/> オ. 特許の申請がある、もしくは予定されている |
| | | | | ※本学学位規則に基づく学位論文全文のインターネット公表について |

学位論文審査・内容の要旨

本学位申請論文では、多次元時系列データに潜む異常について敵対的生成ネットワークを用いた新しい検知手法を提案し、その有効性を示している。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。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。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。また、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。これらのことを踏まえて、本論文では、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、sequence to sequence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している。本研究の提案モデルにおいては、通常のGANsに対して、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にしている。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、sequence to sequence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している。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する手法を提案しており、様々なデータセットを用いて提案手法の有効性を検証し、既存手法の精度を上回る結果を出している。

以上より、本審査委員会は、本申請論文が自然言語生成の研究分野において新しいコンセプトを提案し、学術的にも技術的にも十分なレベルにあるものと認めた。審査委員会は4回開催された。第1回審査会では、主査から申請者の研究業績ならびに申請論文の説明があり、審査委員らによる査読が開始された。第2回審査会においては、申請者による論文内容の口頭説明がおこなわれ、委員らの査読に基づき提出論文の一部改訂を求められた。第3回審査会では改訂版に基づく審査を行い、その結果、最終試験を含む公開発表会を実施することが認められた。最終試験を含む公開発表会においては、申請者は事前準備を周到に行ったわかりやすいプレゼンテーションを行い、審査委員との質疑応答においても的確なやりとりがなされていた。このことより、第4回審査会において申請者の最終試験の成績を合格と判定した。これらを総合して、本審査委員会は本論文がお茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科の学位、博士(理学)Ph. D. in Computer Scienceにふさわしいものと判定した。