

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙第 号	氏 名	和久井 拓
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 寺岡 文男
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 重野 寛
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 西 宏章
		国立情報学研究所教授	博士(工学) 福田 健介
(論文審査の要旨) 修士(工学)和久井拓君提出の学位請求論文は「GAMPAL: A General-Purpose Anomaly Detection Mechanism for Internet Backbone Network without Labeled Data (GAMPAL：インターネットバックボーンを対象としたラベル付きデータを必要としない汎用異常検知手法)」と題し全9章から構成される。多様なネットワークを相互に接続する大規模な主幹ネットワークであるインターネットバックボーンは、サービスの障害やサイバー攻撃など様々な異常事象の影響を受ける可能性がある。また平常時でも膨大なトラフィックが観測され変動パターンが複雑であるため、トラフィックの監視のみでの異常検知は困難である。インターネットバックボーンの安定運用のためには様々な異常事象を汎用的に検知し早期に対処する必要があるが、既存研究ではネットワーク規模に対するスケーラビリティやトラフィックの局所性を考慮した方式が少ない。またラベル付きデータを用いて異常の特徴をモデルに学習させる方式が多いが、ラベル付きデータは生成が難しい。さらに検知対象がラベルで定義された異常事象に限定される可能性がある。 第1章は本論文の序章であり、本研究の背景、目的、貢献についてまとめている。 第2章はインターネットトラフィックを対象とした異常検知技術の関連研究を取り上げ、各研究の特徴についてまとめている。 第3章は本論文で提案する汎用異常検知方式GAMPAL (General-purpose Anomaly detection Mechanism using Prefix Aggregation without Labeled data)について述べている。GAMPALはトラフィック量を空間的に集約する Prefix Aggregation を定義し、集約単位である PA (Prefix Aggregate)毎にトラフィック量を予測するモデルを構築する。GAMPALは異常事象がトラフィック量に与える影響に着目し、トラフィック量の予測値と実測値を比較することで汎用的に異常を検知する。 第4章はGAMPALv1について述べている。GAMPAL v1はLSTM-RNN (Long Short-Term Memory-Recurrent Neural Network)を採用し、トラフィック量の時系列データから、1つ次のタイムスロットのトラフィック量を予測するモデルを構築する。またトラフィック量の予測値と実測値の差分を算出するために2つの時系列データの相違の割合を評価する評価指標であるNSD (Normalized Summation of Difference)を定義している。 第5章はGAMPALの改良に向け、GAMPALv1の課題と解決方針について述べている。 第6章はGAMPALv2について述べている。GAMPALv2はRFR (Random Forest Regressor)を採用し、タイムスロットの属性から生成した時間特徴量からトラフィック量を予測するモデルを構築している。またRFRの出力から予測範囲を定義し、予測範囲と実測値の比較による異常検知を提案している。 第7章はGAMPALv2の評価として実社会で発生した異常事象を検出可能であることを検証している。結果として、サービス障害、イベントトラフィック、DDoS (Distributed Denial of Service)攻撃について、発生したPAと時間帯の特定が可能であると結論づけている。また、精度評価用に生成したデータセットを用いてGAMPALv2の検知精度を評価している。評価の結果、再現率(Recall)は93.1%を達成している。 第8章は議論として、各提案の効果や考察、GAMPALのユースケースをまとめている。 第9章は本論文の結論であり、論文を総括するとともに今後の展望について述べている。 以上、本論文はGAMPALの提案を通じてインターネットバックボーンにおける汎用的な異常検知が可能であることを明らかにした。この貢献は工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		