

[ポスター発表] 研究報告

センサデバイスを用いたローカルネットワークの 負荷変化点検知

浅葉 祥吾^{1,a)} 北口 善明² 石原 知洋³ 高嶋 健人⁴ 阿部 博⁵ 篠田 陽一⁶

Local Network Load Change Point Detection using Sensor Devices

1. はじめに

ネットワーク管理者は、ネットワーク障害時において迅速に対応できるように、障害点の情報を瞬時に把握することが求められている。そこで、管理者がネットワークを構成する機器の不調や障害の予兆を捉えるためには、ネットワークを定常的に計測し、異常を検知することが重要である。

本研究では、SINDAN Project (以下、SINDAN とする) のネットワーク状態計測手法 [1] を用いて、センサデバイスから定期的にネットワーク状態計測を行い、計測結果から異常検知アルゴリズムを用いることで、発見が困難な異常を検知する手法を提案する。センサデバイスを用いたネットワーク異常検知の手法を導入することで、ネットワーク管理者が、ネットワーク障害点を迅速に発見することが期待できる。

図 1 に、SINDAN にて定義している各計測階層における評価項目を示す。本研究は、SINDAN で定義しているローカルネットワーク層での計測結果に着目した。SINDAN のローカルネットワーク層の計測では、IPv4/IPv6 にてデフォルトルータとローカル DNS への到達性計測を実施しており、ping コマンドにて、RTT の最小値と最大値、平均、標準偏差を求めている。ping の測定値は、もともと管理用であり計測用ではないとの指摘 [2] もあるため、十分な精度を持たせるには、測定結果を統計として扱う必要がある。したがって、本研究では IPv4 によるデフォルトルータへの平均 RTT (以下、v4gw_rtt とする) を選択した。

ネットワーク状態の変化を捉えるために変化点検知のアルゴリズムである Change Finder [3] (以下、CF とする) を用いた。CF は、変化点検出アルゴリズムであり、スコア

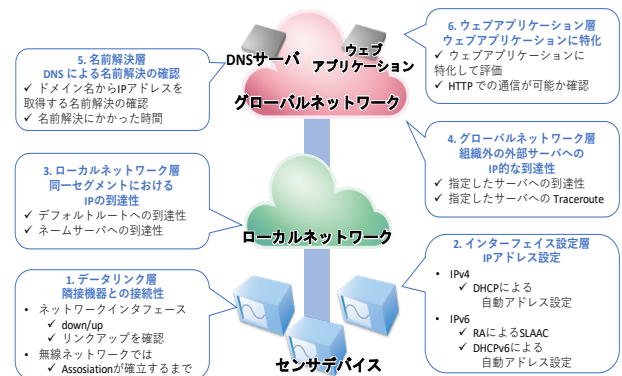


図 1 SINDAN の各計測階層における評価項目

が大きいくほど変化点である可能性が高い。CF のメトリックとして、忘却パラメータ (以下、 r とする) と AR モデルの次数である Order (以下、 O とする)、外れ値計算スコアの移動平均平滑化する範囲である Smooth (以下、 T とする) がある。本実験は、PyPi.org にて提供される Change Finder *¹ を用いた。

2. 検証実験

提案手法の有効性を検証するために、検証環境を用意し評価を行った。今回の検知したい異常は、ランダムに発生する大きな値に対する検知ではなく、無線 LAN 環境の負荷変化の検知が目的である。無線 LAN で利用される CSMA/CA 方式では、他のステーションがフレームを送信している間は送信できず、また、ノイズや干渉などの理由によりフレームの再送などが発生する。これらが結果としてパケットの遅延として現れるため、パケット遅延により無線 LAN の通信品質を評価できると仮定した。

本研究は、無線 LAN 環境の負荷を再現するために、Raspberry Pi を iperf3 のサーバとクライアントとしてそれぞれ用いて、TCP による負荷トラフィックを発生させて評価を負荷実験を行った。計測によって得られた最大のスループットが、約 15 Mbps であることから、次のように負荷トラフィックの状態を定義した。

¹ 富士通研究所
FUJITSU LABORATORIES LTD, Kawasaki, Kanagawa
211-8588, Japan

² 東京工業大学 学術国際情報センター

³ 東京大学 大学院総合文化研究科

⁴ フリーランス

⁵ トヨタ自動車株式会社

⁶ 北陸先端科学技術大学院大学

a) asaba.shogo@fujitsu.com

*¹ change-finder : <https://pypi.org/project/change-finder/>

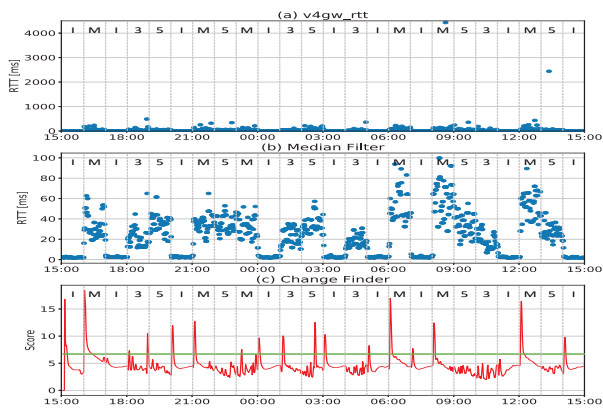


図 2 評価実験における v4gw_rtt の推移と提案手法の結果

- 負荷 I : 負荷をかけない状態
- 負荷 3 : 3 Mbps の負荷トラフィック発生状態
- 負荷 5 : 5 Mbps の負荷トラフィック発生状態
- 負荷 M : 最大限の負荷トラフィック発生状態

図 2 に、負荷状態の時系列変化を示す。なお、グラフ上部の I,3,5,M は期間における負荷トラフィックを示しており、I は負荷 I、3 は負荷 3、5 は負荷 5、M は負荷 M である。図 2(a) に、実験ネットワーク環境で計測した v4gw_rtt の結果を示す。横軸は時刻、縦軸は v4gw_rtt の計測結果である。無線 LAN 環境の負荷の変化は、v4gw_rtt から読み取ることができると仮定した。センサーデバイスの計測は、1 分間に 1 回実施し 24 時間行った。計測結果よりばらつきは、ガウス分布に従うよりもインパルス的なノイズが多いことが読み取れる。インパルス的なノイズにより、前処理を行わないと変化点検出の精度が悪化する恐れがあるため、Median Filter (以下、MF とする) の前処理を用いた。v4gw_rtt の計測結果に対し、MF による前処理をして CF を適用した。

図 2(b) に、MF で前処理を行なった v4gw_rtt の結果を示す。横軸は時刻、縦軸は v4gw_rtt の結果を MF で前処理した値である。MF は、ウィンドウサイズ分の過去の入力した値から中央値を求めるフィルタである。今回は、小さく単発的に現れる点の影響を無くするため、ウィンドウサイズを 5 サンプルにして前処理を行った。この前処理により、ノイズが減少し検知精度が向上した。

図 2(c) に、提案手法による変化点検知を示す。横軸は時刻、縦軸は CF のスコアの結果である。本実験では、CF のメトリックは、手動で最適化を行い、 $(r, O, T) = (0.05, 1, 5)$ にした。CF を適用した結果は、負荷 I から負荷 M への変化点は検知ができるが、負荷 M から負荷 I への変化点は検知できていないことが、グラフから読み取れる。

3. 実証実験

本提案手法の有効性を検証するために、JANOG44 ミーティング*2 での評価を行った。センサーデバイスの計測

*2 JANOG44 : <https://www.janog.gr.jp/meeting/janog44/>

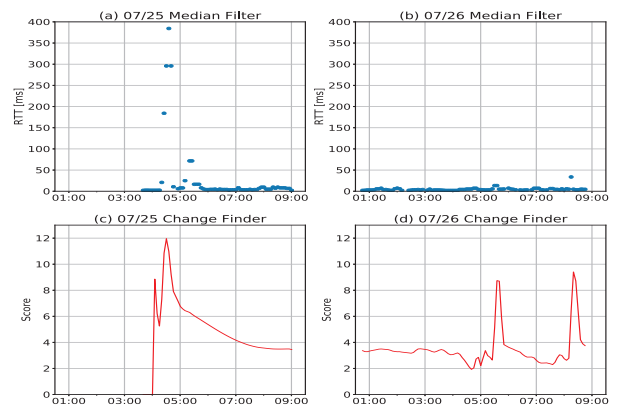


図 3 実証実験における提案手法の結果

は、計測自体がネットワークに負荷をかけないように、5 分に 1 回実施した。無線 LAN の 5 GHz 帯の v4gw_rtt の計測結果から MF で前処理した 2 日目の結果を図 3(a) に、3 日目の結果を図 3(b) に示す。MF で前処理の結果から CF を行った 2 日目の結果を図 3(c) に、3 日目の結果を図 3(d) に示す。横軸は時刻、縦軸はそれぞれの値である。CF のメトリックは、手動で最適化を行い、 $(r, O, T) = (0.1, 1, 3)$ とした。提案手法により、三箇所に変化点を検知できることが見て取れる。無線 LAN の利用率が高いために、v4gw_rtt の計測も高い値に揺らぎ、CF の Score が高くなったと考えられる。

4. おわりに

本提案手法では、無線 LAN 環境の負荷の悪化する変化点は検知できるが、改善する変化点は検知できないことを確認した。また、今後の課題としては、ネットワーク機器のログデータ等を精査することにより、実際に起こっていたと推測される障害についての情報を取得し、検知結果と照合し評価することが必要である。さらに、今回のパラメータは手動で最適化を行ったが、様々なネットワーク環境に対応するため、自動化が課題である。

謝辞 JANOG44 ミーティングにおける検証に協力してくださったアット東京の皆さま、JANOG44 スタッフの皆さま、および、会場でのデータ計測に協力してくださった参加者の皆さまに深くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 浅葉祥吾, 北口善明, 石原知洋, 高嶋健人, 阿部 博, 篠田陽一: 階層的ネットワーク計測における計測項目の相関分析, 情報処理学会マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム 2018 論文集, pp. 1407-1412.
- [2] 長健二郎: インターネットと計測技術 (第 2 回), <https://www.iiijlab.net/~kjc/papers/iiijnews-200611.pdf> (参照 2019-09-07).
- [3] Yamanishi, K. and ichi Takeuchi, J.: A unifying framework for detecting outliers and change points from non-stationary time series data, *KDD '02 Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (2002).