

◀「報告書詳細版」は電子データとして提供します▶

## 第17部

### ネットワークモニタリング(概要版)

北口 善明、石原 知洋、高嶋 健人、阿部 博、金子 直矢、浅葉 祥吾、宮 太地

---

---

#### 第1章 はじめに

---

---

SINDAN (Simple Integrated Network Diagnosis And Notification)ワーキンググループは、ネットワーク運用におけるネットワーク状態の把握やその評価手法の研究開発を目的として2017年7月に設立された。前身となるSINDANプロジェクトは、2013年のWIDE合宿における合宿ネットワーク評価に始まっており、これまでにネットワーク障害点を検出する手法として、ユーザ側からの観測を元に状態を評価する手法を取り上げ、その評価を重ねてきた。

---

---

#### 第2章 2022年度の活動

---

---

2022年度は前年度に引き続き無線区間のネットワーク品質調査のため下記3つの課題に取り組んだ。

- a. 多数クライアントを利用した計測しつむの802.11ax方式への対応と実測結果
- b. 802.11ax環境における無線フレームキャプチャの有効性の検証
- c. SINDANノードを利用していた環境で実際に発見した障害の事例と調査

以下に各項目の概要について説明する。

---

---

#### 第3章 実環境における802.11axおよび802.11acの性能調査

---

---

高品質な無線LAN環境に対する需要の高まりから、我々

はこれまで多数の端末が接続した際のオンライン授業を含む通信品質についての調査をおこなってきた。無線LAN環境調査の効率化のため、多数のシングルボードコンピュータと無線LANインターフェースを集積させた計測システムの開発および調査をおこなった\cite{TDP-RPI-WIFI}。本年度では、無線LAN計測システムの802.11ax方式への対応と、その計測システムを用いて実際の無線LAN環境である教室において802.11ax方式を旧来の802.11ac方式と比較した場合、および両者の方式が混在した場合について測定を行った。

本計測の結果では、802.11ax方式は最高速度については確かに向上するものの、多人数環境における全体的な通信速度向上については限定的な効果しか見られなかった。特に1台の基地局に対して80台の端末が接続されるような環境においては、802.11axを使うことの優位性は確認できなかった。

本計測はキャンパスに設置済みの特定の基地局についてのみおこなったものであるため、基地局の種類によっては異なる結果が出る可能性もある。今後は本計測システムを用いてさまざまな基地局および無線LAN環境の調査を継続して行っていく予定である。

---

---

#### 第4章 802.11ax環境下における無線フレームキャプチャの検討

---

---

いくつかの無線LANデバイスには無線フレームをその宛先に関わらず取得する無線LANモニター機能が備わっており、本機構を用いて空間上で通信されている無線フレームを取得・解析することで無線LANの混在度合いなどを推定する手法なども数多く提案されている。しかし

ながら、近年の無線LAN規格では通信の高速化を目的としてMultiple Input Multiple Output (MIMO)をはじめとした、空間上を多重に分割して利用する方式が導入されており、「2.6 無線フレームキャプチャに与える影響」で説明するように、無線通信が空間上を測定可能状態でおこなわれることを前提としている無線フレームキャプチャが困難になっていることが予想される。

そこで本研究では、現時点での最新のWi-Fi規格である802.11axにおいてMIMOを用いた通信を行った際の無線フレームキャプチャについて、実験計測を実施してその評価および考察をおこなった。

測定結果より、802.11ac/802.11axにおけるMU-MIMOを利用する無線LAN環境においては、複数クライアントが同時に通信をした場合に、実際の通信量に比べて、無線フレームキャプチャで取得できるフレーム数は大きく低くなることがわかった。キャプチャした無線フレームの情報を元に個々のフレームの周波数帯および時間の占有度の情報から無線LAN環境の混雑度を推定した場合には、実際の混雑度より低い値が算出されることとなる。加えて、モニタノードのキャプチャ量の位置依存性がほとんど見られず、かつ受信機およびアンテナの数による取得限界を大きく下回る量しか取得できないため、複数のモニタノードの設置により取得量をカバーすることも困難である。

そのため、従来のSingle Out Single Input (SISO)、ないしSU-MIMOの通信を前提とした無線フレームキャプチャによる無線LAN環境の測定は、現在のMU-MIMOの環境にそのまま適用することは難しいと予測される。

---

## 第5章 東工大IPv6トラブル時の解析

---

東京工業大学(以下、東工大)において、2022年10月頃、IPv6通信ができない場合があるとの報告を利用者から受け、SINDANノードを東工大内に有線で設置し、対外接続環境のモニタリングを開始した。

SINDANノードで計測した結果、GoogleパブリックDNSサーバへ通信遅延や名前解決時間、iNonius speedtestによるスループット計測では問題が見受けられなかったが、inonius.netに対するポートスキャンにおいてタイムアウトが発生するケースが観測できた。他にもパブリックDNSサーバへの名前引きが失敗するケースも確認されたが、規則性が見出せず、経路のどの部分での問題なのか特定することが困難なままであった。

問題の切り分けを実施するために、Googleとの通信をSINET経由からISP経由に切り替えて比較評価することを計画し、その接続作業を進めていた。ところが、比較評価を実施する前に、今回のトラブルが解消することとなった。SINDANによる計測データを確認すると、2022年11月20日の午前0時を境にポートスキャンのエラーが発生していないことが分かり、利用者からもストレスなくGoogleを利用できるようになったとの報告も受けている。

原因を特定するために、SINETに対して当該日時におけるネットワーク作業を確認したところ、東京DCにおける対外接続点(東京ゲートウェイ)の定期メンテナンスが実施され、機器の再起動があったことが分かった。トラブルが発生していた際に機器の状態を確認できれば、さらに詳しい原因を特定できた可能性があるが、今回はメンテナンスにより問題解決となったため、根本原因を特定するには至らなかった。

今回の事案では、SINDANによる定常的なモニタリングにより、問題が発生していることを定量的に示すことができたが、発生箇所の特定および原因を推定することに至らず、今後の研究課題として扱う必要があると考えられる。的確な障害点推定を可能とするため、多くの拠点において、このような障害時の計測データを収集・解析することを継続したいと考えている。

---

## 第6章 まとめ

---

SINDANワーキンググループでは、大学ネットワークなどの実ネットワークでの評価試験を通して、ユーザ視点に

おける階層型ネットワーク計測の有効性を継続的に評価している。2022年は、無線LAN環境の品質評価を進めた引き続き、実環境での定常的な利用と個々の計測要素の開発を進め、実用的なネットワーク運用補助システムの実現を目指していく。