

# 研究室紹介：分散システム研究室と 教育情報システム研究室

森 真 幸\*  
morim@kit.ac.jp

## 1 はじめに

情報科学センターにおいて、分散システム研究室（DSM：Distributed System Laboratory）では組織におけるネットワークシステム全般に関する研究を行っています。また、教育情報システム研究室（ET：Educational Technology Laboratory）では教育のための情報技術の研究を行っています。本稿では、両研究室で2020年度に実施した研究の中から5件紹介するとともに、研究室の体制や現状について報告いたします。

## 2 OpenFlow ベースの DNS サーバファイアウォールの性能評価と効果推定

IoT(Internet of Things、モノのインターネット) 技術やクラウド技術の利用増加により、現代社会においてインターネットは重要な存在です。インターネットの基盤技術の1つであるDNS は常に攻撃を受ける危険に晒されており、攻撃から防御する仕組みが必要です。DNSサーバの防御に関する研究として、当研究室では権威DNSサーバの前段にDNSクライアントからの通信を監視するシステムを配置し、攻撃性クエリに対するレスポンスを適応的に制御す

ることで攻撃を抑止する手法を提案しています。これまで、通信の中継・破棄・制限といった応答制御まで実装しましたが、適応的な応答制御を行うためにはDNSサーバに関する通信の監視と攻撃性通信の検知が必要です。そこで、本研究ではIDSを用いて攻撃検知部を追加し、通信制御部にOpenFlowを用いることでDNSサーバファイアウォールを実装しました(図1)。さらに、評価実験として性能測定と実際に運用されているDNSサーバへのトラフィックを再現した効果推定を行いました。その結果、DNSサーバファイアウォールによって再現トラフィックのうち約53.5%、攻撃性通信の約99.9%が抑止されたことを確認しました [1]。

## 3 SDN 技術を用いた柔軟な認証情報に基づくネットワーク制御機構の提案

IoTの急速な普及により、インターネットに接続される機器は増加傾向にあります。大学等の高等教育機関においては、スマートフォン等の個人持ちデバイス (BYOD, Bring Your Own Device) の利用も進み、様々な機器が組織内ネットワークに接続されるようになってきています。これらの端末で学内ネットワークを

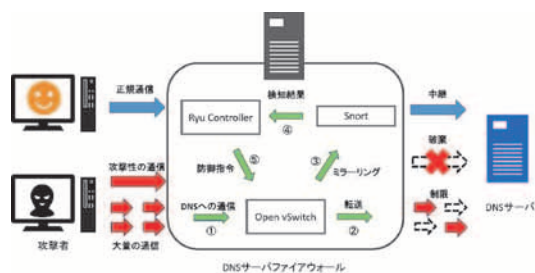


図1 DNSサーバファイアウォールの構成

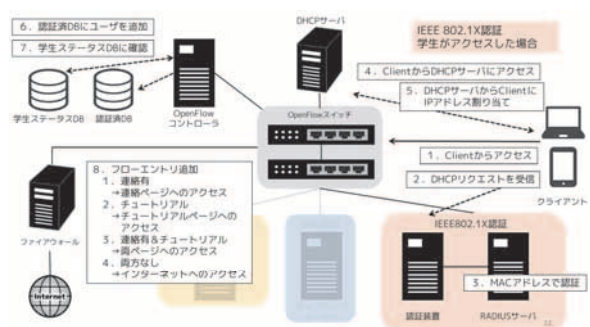


図2 学生による IEEE 802.1X 認証実行時の認証フロー

\* 情報科学センター 助教

利用するにあたり、セキュリティや情報漏洩の観点から端末を適切に認証し、不正な端末や通信等を検疫することが重要です。また、ネットワークに関する技術として、SDN (Software Defined Networking) が広く用いられるようになってきています。この技術により、ソフトウェアによって仮想的なネットワークを構築し、論理的なネットワークと物理的なネットワークを分離できるため、ネットワーク機器や構成、性能を動的かつ柔軟に変更できるようになりました。SDN の普及により、使用機器メーカーによる設定変更の違い等を考慮せずに済み、学習コストの低減を図ることができるとされています。本研究では、SDN の仮想的にネットワークの機能・構成を柔軟に変更できる利点を活かし、端末を安全にネットワークに接続できるアクセス制御機構について検討しました (図2)。

#### 4 遠隔地からも計算資源を提供できる持ち寄り型クラウドシステムの提案

ICT 機器の低価格化やネットワーク技術の発達によって PC やタブレット端末が広く普及しています。個人の利用だけでなく、企業や教育機関でも多数の PC が利用されています。大学等では PC を使った演習用に、数百台の共用 PC が設置されています。これらの PC の用途は、インターネット利用や文書作成、計算処理等様々であるが、授業中等の一時的な利用となる場合が多いです。個人が所有する PC であっても、一部のサーバ運用を除いて常時稼働し続けるものは少ない。これでは PC を使用していない時間が長く、計算資源として活用しきれいていません。そこで、本研究では OpenStack を用いたクラウド環境を構築し、使用されていな

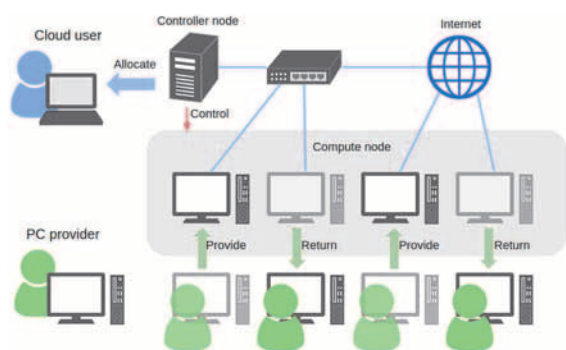


図3 持ち寄り型クラウドシステムの概要

い PC を計算資源として集約するシステムを試作しました (図3)。インターネット経由でシステムを利用できれば、遠隔地からも PC を集約可能となります。本システムでは、より多くの計算資源を活用するため、VPN を利用してインターネット経由による PC の集約が可能です。また、本研究では、ネットワーク状態によるシステムへの影響を測定し評価を行いました。

#### 5 通信のリアルタイム性を考慮した中断時間の軽減を実現する MPTCP の実装と評価

ライブストリーミングによるリアルタイム動画配信などの普及により、利用者の中ではインターネットの接続が途切れることを極力避けたいというニーズが増加しています。しかし、インターネットは断線や低速になることは珍しくありません。この問題に対して経路の冗長化を図るという方法があり、冗長化に対応したトランスポート層プロトコルとして MPTCP (Multipath TCP) 等が挙げられます。これらの方法では、一部の経路上で何らかの障害が発生すると別の経路に切り替えることで可能な限り接続を維持することができますが、障害を検知してから経路を切り替えるため遅延が発生します。MPTCP の redundant スケジューラでは、すべての経路に対し同じ内容の packets を送信することで一部の経路で障害が発生した場合の影響を軽減できますが、経路が復帰してから使用を再開するまでに時間を要する場合があります。これにより、全体の経路の状況によっては通信の中断が生じる可能性があります。そこで、本研究では経路の冗長性が低下した場合に障害が発生した経路の復帰を早めることでできるだ

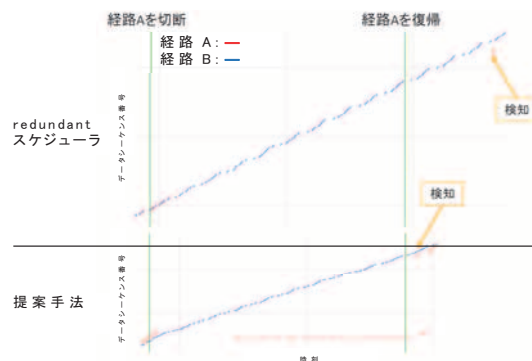


図4 MPTCP の redundant スケジューラと提案手法における経路復帰後のパケットの検知タイミング

け早く冗長性を復帰することを目指し、パケットを送信する際に使用できない経路に対しても送信を行う手法を提案しました。さらに、この手法を実装し評価実験を行い、経路の使用再開を早められる見込みを得ました(図4) [2]。

## 6 VR酔いを考慮した仮想デジタル試験環境の簡易HMD装置を用いた実装

試験環境としてオンラインで試験を行う手法が普及しています。我々の研究グループでは、HMD (Head Mounted Display) を用いた仮想空間内でのデジタル試験環境を検討し構築してきました(図5)。しかし、問題点のひとつとして、この試験環境はVR酔いを考慮していない点が挙げられます。本研究では、この問題に対しOculus ベストプラクティスのVRコンテンツ製作指針が、仮想空間内でのデジタル試験環境のVR酔いの低減に有効な手段となるかを検証します。また、問題の瞬時切り替え方式と比較して、フェード切り替え方式の方がVR酔いを低減することが可能であるかを検証します。被験者10名に試験を受けてもらう評価実験において、SSQアンケートの集計と心拍数の測定を行った結果、Oculus ベストプラクティスのVRコンテンツ製作の指針は、仮想空間内でのデジタル試験環境のVR酔いの低減に有効な手段であること、そして、問題切り替えの方式として、フェード切り替え方式の方が瞬時切り替え方式よりも適していることの2点を確認しました。

## 7 研究室の現状

分散システム研究室と教育情報システム研究室は情報科学センター101b室と103室を共同使用しています。現在(2021年7月)、コロナ禍対策として入室人数制限や対面配置となる机の間にパネルの設置等を行った上で、101b室に7名(DSM4、ET3)、103室に7名(DSM5、ET2)、総勢14名の学生が研究活動に邁進しています。

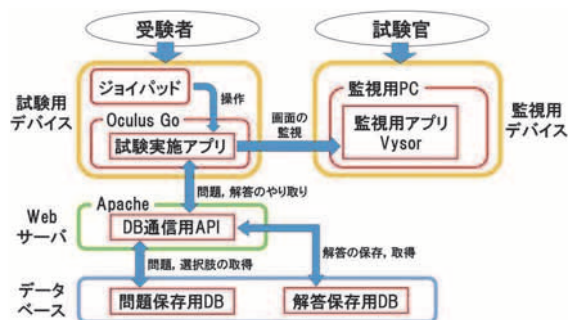


図5 デジタル試験環境の全体構成

## 8 おわりに

本稿では、分散システム研究室と教育情報システム研究室から代表的な研究テーマの紹介と、研究室の体制と現状について報告しました。より詳細な研究内容につきましては研究室のWebサイト(DSM…<https://secure.dsm.cis.kit.ac.jp/>、ET…<https://www.et.cis.kit.ac.jp/>)、または情報科学センター内展示ポスターをご覧ください。

## 参 考

- [1] Tomohide Inoue, Hideo Masuda, Masayuki Mori, Takayuki Nagai: Performance evaluation and effectiveness estimation of DNS server firewall based on OpenFlow: 8th ACIS International Virtual Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2021), June 20-22, 2021, Kanazawa, Japan
- [2] Kohei Moriishi, Hideo Masuda, Masayuki Mori, Takayuki Nagai: Implementation and evaluation of MPTCP to reduce interruption time considering real-time communication: 8th ACIS International Virtual Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2021), June 20-22, 2021, Kanazawa, Japan