

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名 Aamir Hussain BOKHARI

学位の種類 博士(情報学)

学位記番号 環情博甲第2252号

学位授与年月日 令和3年9月17日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び  
横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 環境情報学府 情報環境専攻

学位論文題目 Combating Cyber Threats on Resource-Constrained IoT Devices: Attack  
Observations and Stealth Security(資源制約のあるIoT機器におけるサイバー脅威への対策:攻撃の観測とステルスセキュリティ)論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 松本 勉  
横浜国立大学 教授 森 辰則  
横浜国立大学 教授 四方順司  
横浜国立大学 准教授 吉岡克成  
横浜国立大学 准教授 白川真一

## 論文及び審査結果の要旨

IoTにおけるサイバー攻撃の増加と深刻化が社会的な問題となっており、攻撃の観測、分析や、それに基づく対策技術が研究開発されているが、攻撃対象となっているIoT機器は多様であり、それらに対する特有のサイバー攻撃の実態は十分には解明されておらず、対策が困難になっている。本論文は、IoTにおけるサイバー攻撃のうち、特にIPカメラに着目し、これらに対するサイバー攻撃や不正アクセスの観測を行うと共に、それらへの対策としてポートノッキング技術を利用する防御手法を提案している。

本論文は全6章から構成されており、まず、第1章で序論を述べ、第2章で関連研究の説明、第3章で研究の全体像と論文の構成について述べている。

第4章では、IPカメラに対する覗き見に着目し、パスワードが未設定である等、脆弱性を有するカメラを観測用に用意し、それらに届くアクセスを分析している。その結果、脆弱な状態のIPカメラが頻繁に不正アクセスを受け、覗き見の対象となっている現状を明らかにしている。特に、多様なカメラの映像を効率的に探索し、撮影画像を閲覧するための自動化されたアクセスの存在や、設定に不備のあるカメラの映像を無断公開しているWebサイトを經由して大量の覗き見が発生する事象など、これまで知られていなかった実態を明らかにしている。

第5章では、第4章での観測結果を踏まえ、計算資源が限られたIoT機器において効率的にサイバー攻撃対策を行う方法としてポートノッキング技術の適用について考察している。ポートノッキングは、通信を行うためのセッション確立を行う前にノックシーケンスと呼ばれるパターンでアクセスを行い、それが正しい場合にだけネットワークサービスを提供する技術であるが、これを適用することで実際のサービスに届く攻撃を実験期間内で完全に遮断できることを示している。また、ポートノッキングにより、対象のサービスをネットワーク上から捕捉しにくくする効果があるため、攻撃ホストとの間の不要な通信自体を削減し、結果的に通信量の削減と消費電力の削減に有効であることを示している。

以上のように本論文は、IoT機器に特有のサイバー攻撃や不正アクセスの実態を明らかにし、その対策としてポートノッキングによりセキュリティの向上と消費電力の削減を同時に実現することが可能であることを示しており、サイバーセキュリティ分野に貢献する内容を有していると評価できる。研究成果の公表は、査読付論文誌論文1篇が出版済みであり、1篇が採録決定している。なお、IPカメラに係る攻撃実態を調べた論文は、情報処理学会より

特選論文に選出されている。

上記より、本論文は博士（情報学）の学位論文として十分な価値を有すると論文審査委員全員一致で認め、令和3年7月21日（水）、10時から11時30分まで博士論文発表会を実施し、終了後の11時30分から12時まで、審査委員全員出席のもとで、Aamir Hussain BOKHARI氏の最終試験を実施した。

博士論文発表会および審査会は、COVID-19感染の状況を踏まえオンライン開催とした。発表会参加者は総計44名であり、充実した質疑応答がなされた。

学力試験として情報セキュリティを中心とする専門分野および情報工学関連分野における口頭試問を行い、これらの分野の研究に関する深い専門知識と理解力、表現力、および質疑応答における適切な対応能力を同氏が有することを確認した。外国語は、博士論文およびジャーナル論文を英語で執筆していることをもって、十分な学力を有すると判定した。また博士課程後期修了に必要な単位をすべて取得していることを確認した。これらから、Aamir Hussain BOKHARI氏は最終試験に合格であると、論文審査委員全員一致で判定した。

以上の論文審査委員会の結論に基づき、令和3年7月26日（月）に開催の環境情報学府情報環境専攻会議にて審議し、全員一致で本論文を博士（情報学）の学位論文としての価値があるものとして環境情報学府教授会に付議することを決定した。その後、環境情報学府学務委員会での確認を経て、令和3年9月6日（月）に開催された環境情報学府教授会において審議を行い、無記名投票により、Aamir Hussain BOKHARI氏に博士（情報学）の学位を授与することを決定した。