

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11283

研究課題名(和文) 情報指向ネットワークのコンテンツ可用性制御

研究課題名(英文) Content-Availability Control in Information-Centric Networking

研究代表者

上山 憲昭(Noriaki, Kamiyama)

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：90710294

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：情報指向ネットワーク(ICN)が社会インフラとして普及するには、フラッシュクラウドなどの突発的現象に対し迅速に輻輳を解消し、災害時にも必要な情報を取得できる高いコンテンツ可用性が求められる。そこで(課題1)平常時の定常的需要に対するコンテンツ可用性制御、(課題2)突発的需要に対するコンテンツ可用性制御、(課題3)災害時のコンテンツ可用性制御に取り組んだ。課題1は主に動画コンテンツの需要変化に応じたキャッシュ制御法を確立した。課題2は主にルータやキャッシュを対象とした攻撃に対する防御技術を確立した。課題3は主に災害時の可用性喪失に堅牢なキャッシュ制御法や可用性回復法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

課題1の成果は、YouTubeのコンテンツごとの視聴数の時系列データを実測により取得して評価に用いた点で学術的意義がある。課題2の成果は、ブルームフィルタを用いることでメモリアクセス回数の上限を抑えたキャッシュポリューション攻撃の検知技術を確立した点や、コンテンツポイズニング攻撃の脅威にネットワークトポロジやfakeコンテンツ・ボットの配置が及ぼす影響を明らかにした点で学術的意義がある。課題3の成果は、災害時のコンテンツ可用性を高い状態に維持するキャッシュ制御法や、可用性を回復する方式を確立した点で学術的意義がある。またこれらの取り組みはICNを高信頼に利用できる点で社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：For information-oriented networks (ICNs) to spread as social infrastructure, high content availability is required to quickly resolve congestion in response to sudden events such as flash crowds and to retrieve necessary information even in the event of a disaster. Therefore, we addressed (Issue 1) content availability control for regular demand during normal times, (Issue 2) content availability control for unexpected demand, and (Issue 3) content availability control during disasters. For Issue 1, we established a cache control method that responds to changes in demand for video content. Issue 2: we established defensive techniques against attacks mainly on routers and caches. Issue 3: we established robust cache control methods and availability recovery methods against loss of availability during disasters.

研究分野：計算機ネットワーク

キーワード：情報指向ネットワーク ICN NDN 可用性

## 1. 研究開始当初の背景

インターネットの主要サービスであるコンテンツ配信を効率的に行うネットワーク(NW)として情報指向NW(ICN: Information-Centric Networking)が国内外で精力的に研究されている。従来は資金力が小さくCDN(Content Delivery Network)を利用できなかった零細事業者や個人などが、ICNの普及によりキャッシュを活用した効率的・高品質な配信が可能となり、NW上で交換されるコンテンツの多様性が高まる。その結果コンテンツの人気の時間変化パターンが多様化し、特定のリンクに負荷が集中し輻輳が生じるリスクが高まる。さらに特定のコンテンツへのアクセスが増加し、特定の配信ホストやリンクに突発的に多大な負荷が集中する現象(フラッシュクラウド)が発生する。また近年DDoS(Distributed Denial of Service)攻撃により、配信サーバやNWが使用不能となる問題が深刻化している。さらに人為ミスによりNWに障害が生じた際にトラヒックが迂回される結果、迂回先のルータやリンクで輻輳が生じる可能性がある。また地震などの災害発生時にNWの広範囲が使用不能となった場合、コンテンツへの到達性が喪失しコンテンツが取得できなくなる。このようにICNにおいて定常的に特定のリンクに負荷が集中したり、フラッシュクラウド・DDoS攻撃・障害などの突発的現象によりNWの特定部分に重度の輻輳が生じたり、災害発生時にコンテンツへの到達性が喪失する可能性がある。物理的到達性を担保するのみならず所望品質でのコンテンツへの到達性を維持する状況、すなわちユーザが欲しいコンテンツをストレスなく取得できることを本研究提案では「コンテンツ可用性」と呼ぶ。ICNが社会インフラとして普及するには常に高いコンテンツ可用性を維持する必要がある。

## 2. 研究の目的

平常時に低遅延でコンテンツを提供し、突発的現象の発生時に速やかに輻輳を解消し、災害時にオリジナルへの到達性を迅速に回復することで、ICNで常に高いコンテンツ可用性を維持する制御技術確立することが本研究の目的である。ICNというコンテンツ流通の効率化に着目した新しいアーキテクチャに対して、その存在意義を大きく左右するコンテンツ可用性という全く新しい観点での研究に取り組む点で本研究の学術的独自性と創造性は高い。これまで災害や故障に対してNWの接続性を担保するNW可用性の概念はあったが、コンテンツ可用性はコンテンツへの低遅延での到達性を担保する、もう一段高いレベルでの可用性である。ICNがもつコンテンツ指向の概念がもたらす、ミラーやキャッシュコピーの活用による高いコンテンツ可用性の維持という全く新しいアプローチを本研究は目指す。

## 3. 研究の方法

ICNで高いコンテンツ可用性を維持する制御技術確立のため、以下の点を明らかにする。

### 課題1: 定常的需要に対するミラー配置・FIB選択法の設計

コンテンツの将来の需要は、予測が容易な定常的需要と予測が困難な突発的需要から構成される。そこで人気が安定的に推移する需要安定コンテンツを抽出する技術(課題1-1)と、抽出されたコンテンツに対し予測需要量に基づきプロアクティブにミラー配置とFIB選択法を設計する技術(課題1-2)を確立する。

### 課題2: 突発的需要に対するミラー動的配置

リアクティブにミラーを生成することでInterestの転送先を分散させ輻輳リンクの負荷を低減するため、ルータが機械学習により突発的現象の発生を検出する技術(課題2-1)と、ルータがキャッシュコピーを自律的にミラーに昇格させる技術(課題2-2)を確立する。

### 課題3: 災害時のコンテンツ到達性回復

災害時に課題1で救済できないコンテンツに対しコンテンツ可用性を回復するため、正常稼働範囲のキャッシュコピーをオリジナルに昇格させる技術(課題3-1)と、コンテンツのコピーが広範囲に拡散された状態を実現するキャッシュ制御法(課題3-2)を確立する。

## 4. 研究成果

### 課題1: 平常時の定常的需要に対するミラー配置・FIB選択法の設計

YouTubeの各ビデオの1日ごとの視聴数を測定した。そしてビデオが出現してからの時間経過に伴うカテゴリごとの需要変化パターンに基づき、キャッシュに残すコンテンツを選択するキャッシュ制御法と、ユーザを視聴傾向に基づきグループ化し、各グループで人気が高く、かつ今後の視聴が期待されるコンテンツを抽出して優先的にキャッシュに残すキャッシュ制御法を検討した。そしてYouTubeビデオの視聴数の実測時系列データを用いた計算機シミュレーションを行い、これら2つの方式のLRUと比較したキャッシュヒット率の向上効果を確認した。さらにカテゴリごとに視聴数の平均変化率を計算し、直前の視聴数との積が大きなコンテンツを優先的にキャッシュに残すキャッシュ制御方式を検討した。またユーザを視聴傾向の類似性に基づきグループ化し、各グループで視聴数が中程度のものを優先的にキャッシュに残すキャッシュ制御方式を検討した。これらの成果を和文論文誌と国際会議に投稿し、採録を果たした。

ところで ICN の普及の初期段階では、従来の IP ルータと ICN ルータが混在した状況が想定されることから、IP 端末と ICN 端末との間でパケットを転送するため、ネットワークの一部に設けられたゲートウェイを用いて両パケット間の translation を行う方式を検討した。また実機を用いたエミュレーション環境で提案方式の有効性を評価した。さらに IP 端末と ICN 端末との間で translation を行うゲートウェイの簡易な解析モデルによる遅延の解析式を導出し、実機を用いたエミュレーション環境での遅延の測定値と比較し、解析式の有効性を確認し、査読付論文誌 1 件、査読付国際会議 1 件、国内学会 3 件以上で発表した。

また従来インターネットでは、有料や会員限定のコンテンツなど特定ユーザだけがコンテンツを消費できる配信サービスに対し、通信開始時に配信要求が必ずコンテンツ事業者 (Publisher) のサーバに届くため Publisher によるアクセス制御が可能である。しかし ICN では配信要求 (Interest) の転送経路上のルータで要求コンテンツがキャッシュされている場合、ルータから配信されるため Interest が Publisher に到達せず、Publisher によるアクセス制御が困難である。しかしルータでアクセス制御を行うには Publisher ごとのアクセス許可リストをルータで管理する必要があり、プライバシー上、また処理負荷的に困難である。そこでアクセス権を有するすべてのユーザ (Consumer) に鍵を配布しアクセス権を持たない Consumer はコンテンツを取得しても閲覧を不可能とする方式が提案されている。本方式はコンテンツ単位ではなく、該当 Publisher のコンテンツ全体を対象にアクセス制御を同じ鍵で行うため、アクセス権を喪失した Consumer が閲覧不可とするには鍵を定期的に変える必要がある。そのため鍵を変えるたびにアクセス権を有する全 Consumer への鍵の再配布と更新が必要なので、処理・トラヒックのオーバヘッドが大きい。そこでコンテンツの配信要求に先立ち、Consumer から公開鍵暗号方式で暗号化された Consumer の ID を含む Interest を常に Publisher に到達させることで Publisher にてアクセス制御を可能とする方式を検討した。本提案方式の簡易な解析モデルによる遅延時間と制御トラヒック量の導出を行い、査読付国際会議 1 件と、3 件以上の国内学会で発表した。

## 課題 2：突発的需要に対するミラー動的配置制御

突発的にトラヒックが発生する事象の一つの要因として、攻撃者が標的サーバに大量のパケットを送り付けることで正常なサービスを妨害する DDoS (distributed denial of service) 攻撃が知られている。そこで ICN での DDoS 攻撃を検知・規制するため、オリジンホストが、実在しないコンテンツに対する Interest を受信した場合に DDoS の発生を検知し、保持するコンテンツをホワイトリストとしてネットワーク上の他ルータに通知し、他のルータはホワイトリストに記載されない全てのコンテンツを宛名とする Interest を規制する方式を検討した。そして計算機シミュレーションによりその有効性を確認した。さらに正常ホストの誤検知が問題になることから、Publisher のホストにて存在しない名称のコンテンツに対する Interest 受信時に存在コンテンツの名称のみをホワイトリストとして経路上のルータに配布し、これらルータでアクセス制御を行う方式を検討した。

また突発的要求に対してキャッシュ配信を行うことでネットワークが被る影響を緩和することが期待される。しかし低人気のコンテンツを大量に要求することでキャッシュに低人気コンテンツを注入し、キャッシュの効果を低減させるキャッシュポリューション攻撃が発生した場合、キャッシュ配信の効果が低下する。そこでキャッシュポリューション攻撃に対し、コンテンツとユーザ ID の組をキーに用いたブルームフィルタ (BF) で効率的に検出する方式を検討し研究会で発表した。また継続的な検知を可能とするよう 2 つの BF を交互に用いる方式を検討し、さらに検知回数を一般化することで正常ホストの巻き添え率の低減を図った。そして検知回数を一定周期で減算して正常ホストの誤検知を低減し、また YouTube の視聴履歴を用いて正常ユーザの同一コンテンツの反復視聴を考慮した評価を実施した。成果を査読付国際会議 1 件、国内学会 2 件で発表した。

また ICN では、悪意を持ったユーザが正当な名前で偽のコンテンツを大量にネットワークに挿入することでキャッシュの効果を低下させるコンテンツポイズニング攻撃 (CPA: content poisoning attack) の問題が指摘されている。CPA にはその攻撃の性質から四つの型が想定される。CPA に対する対処法を確立するには CPA がネットワークの性能に与える影響を明らかにする必要があるが、既存研究は限定された CPA 方式を想定しており、その多くが小規模なネットワークトポロジや攻撃者の位置で評価を行っており、汚染コンテンツ数や汚染ノード、攻撃者の位置などが CPA の脅威に与える影響が明らかにされていない。そこで攻撃者が独自に作成した fake コンテンツをネットワークに公開し、ポットから fake コンテンツを要求してネットワーク上に fake コンテンツを転送する独自 fake 型の CPA を想定し、複数攻撃者配置において、大規模なネットワークトポロジで様々な攻撃者の位置で評価を多面的に行うことで、様々な要素が独自 fake 型 CPA の効果に与える影響を分析し CPA の脅威を明らかにした。Fake コンテンツの注入ルータ数を増加させる、fake コンテンツと結託ユーザ (ポット) の配置法を検討し、成果を国内学会で発表した。

また突発的なトラヒック需要に対してネットワークの輻輳を回避する方法として、従来、CDN (content delivery network) が広く用いられている。そこで近年、普及が進む Amazon CloudFront などの仮想 CDN に対し、ユーザの体感品質と配信コストの観点から、コンテンツ事業者の利益を最大化するようキャッシュサーバを最適配置する方式を検討した。成果を英文レター誌に投稿し、採録を果たした。

### 課題3： 災害時のコンテンツ到達性回復制御

ICNでネットワーク障害時に可用性が喪失したコンテンツに対し、正常に稼働しているルータでキャッシュされているコピーの1つを選択しオリジナルに昇格させることで可用性を回復させる方式を検討した。またコンテンツの可用性回復確率を向上させるため、オリジナルからの距離に基づきキャッシュ判断を行う方式と、その最適パラメタ設計法を検討した。そして計算機シミュレーションによりこれら方式の有効性を確認した。さらに任意のICNネットワークを対象とし、各ノードの除去率が与えられた時のコンテンツ可用性を解析的に導出した。そして数値評価により、ネットワーク障害のパターンに依らずICNのキャッシュや複数経路を利用することにより、コンテンツ可用性が大幅に改善されることなどを明らかにした。研究成果を海外の論文誌に投稿し採録された。

またICNにおけるネットワーク障害時の高可用性を実現するキャッシュ制御法として、オリジンからの距離とキャッシュヒット率の両方を考慮したキャッシュ判断法を検討するため、重み付け和を利用した最適なキャッシュ閾値設計法と、コンテンツ毎に対するキャッシュ閾値設計法を検討した。

また災害時に高信頼性通信を目指すDelay-Tolerant Network (DTN)にICNを適用したICDTNでは、コンテンツ識別子ではなく、キーワードを利用したコンテンツ配送を利用する方が適していると考えられる。そこでキーワードを基に、コンテンツ要求を解決しコンテンツ配送を実現するキーワード型ICDTNを検討し、得られた成果を査読付国際会議1件で発表した。

またIoTデータをICNで配信する際に、データを要約したサマリデータをルータでキャッシュし再利用することで、災害時にもデータの到達性を維持するキャッシュ制御法を検討し、研究会で発表した。またIoTのセンサ情報の平均値や標準偏差の演算結果をICNルータにてキャッシュして再利用する方式を検討し、成果を査読付国際会議1件で発表した。

さらに災害時の通信手段として無線アクセス回線を利用する無線セルネットワークが重要であるが、特定のコンテンツ事業者のデータ転送を課金対象外とするゼロレーティング(ZR)を用いる仮想モバイル通信事業者(MVNO)が増えている。一方、ZRは特定の事業者のトラフィックを優遇するためネットワークの中立性に反する可能性がある。そこでZRの是非を判断するため、進化ゲームを用いてMVNO市場をモデル化し、均衡状態を分析した。得られた成果を国際会議に投稿し、採録を果たした。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Ryo Nakamura and Noriaki Kamiyama  | 4. 巻<br>18              |
| 2. 論文標題<br>Content Availability at Network Failure in Information-Centric Networking | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>IEEE Transactions on Network and Service Management                        | 6. 最初と最後の頁<br>3889-3899 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1109/TNSM.2021.3073233                                 | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>-               |

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. 著者名<br>北村 司, 上山 憲昭, 山本 幹            | 4. 巻<br>0            |
| 2. 論文標題<br>嗜好の類似性を用いたキャッシュ制御           | 5. 発行年<br>2020年      |
| 3. 雑誌名<br>電子情報通信学会論文誌(B)               | 6. 最初と最後の頁<br>00, 00 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし          | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著<br>-            |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Kamiyama Noriaki, Hosokawa Yutaro          | 4. 巻<br>8               |
| 2. 論文標題<br>Optimally designing virtualized CDN       | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>IEICE Communications Express               | 6. 最初と最後の頁<br>318 ~ 322 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1587/comex.2019XBL0063 | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                | 国際共著<br>-               |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. 著者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama                                 | 4. 巻<br>10                  |
| 2. 論文標題<br>Migrating from IP to NDN Using Dual-Channel Translation Gateway | 5. 発行年<br>2022年             |
| 3. 雑誌名<br>IEEE Access  | 6. 最初と最後の頁<br>70252 - 70268 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1109/ACCESS.2022.3187421                     | 査読の有無<br>有                  |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                                      | 国際共著<br>-                   |

〔学会発表〕 計74件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 16件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Makoto Tsunekiyo, Noriaki Kamiyama                                     |
| 2. 発表標題<br>Device to Device Caching Delivery Using Predicted Demand on Trajectory |
| 3. 学会等名<br>IEEE MetaCom 2023 (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Manami Nakahara, Noriaki Kamiyama                |
| 2. 発表標題<br>Detecting Crossfire-Attack Hosts in Search Phase |
| 3. 学会等名<br>APNOMS 2022 (国際学会)                               |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yuma Fukagawa, Noriaki Kamiyama                    |
| 2. 発表標題<br>Access Control with Individual Key Delivery in ICN |
| 3. 学会等名<br>IEEE LANMAN 2022 (国際学会)                            |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>岡田 鉄平, 上山 憲昭              |
| 2. 発表標題<br>ICNにおけるIOTAを用いたコンテンツ名管理方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会       |
| 4. 発表年<br>2023年                      |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>常清 睦与, 上山 憲昭                  |
| 2. 発表標題<br>移動先の予測需要を用いたD2Dキャッシュ制御方式の数値評価 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会           |
| 4. 発表年<br>2023年                          |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                     |
| 2. 発表標題<br>複数攻撃者配置におけるICNのコンテンツポイズニング攻撃の影響分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会               |
| 4. 発表年<br>2023年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭                      |
| 2. 発表標題<br>NDNにおけるプライバシー保護と個別鍵配送を用いたアクセス制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会               |
| 4. 発表年<br>2023年                              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>Reduced Burst Score Aggregation in Suppressing the Effect of Delayed-hit Caching |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会  |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>谷口 和也, 上山 憲昭                       |
| 2. 発表標題<br>CDNのキャッシュサーバを騙ったDDoS攻撃のZスコアを用いた検知法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2023年 総合大会                |
| 4. 発表年<br>2023年                               |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                             |
| 2. 発表標題<br>ICNのFake型コンテンツポイズニング攻撃に攻撃者配置ノード数が及ぼす影響の分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会                     |
| 4. 発表年<br>2023年                                      |

|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>岡田 鉄平, 上山 憲昭        |
| 2. 発表標題<br>IOTAを用いたICNの名前管理方式  |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会情報ネットワーク研究会 |
| 4. 発表年<br>2023年                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭                 |
| 2. 発表標題<br>NDNにおけるプライバシー保護を考慮したアクセス制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会        |
| 4. 発表年<br>2023年                         |



|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>Reduced Burst Score Aggregation in Suppressing Delayed-Hit Caching Effects |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会  |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>常清 睦与, 上山 憲昭                     |
| 2. 発表標題<br>深層学習による予測需要を用いたD2Dキャッシュ制御方式の性能評価 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会            |
| 4. 発表年<br>2023年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>常清 睦与, 上山 憲昭                    |
| 2. 発表標題<br>深層学習による移動先の予測需要を用いたD2Dキャッシュ制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会       |
| 4. 発表年<br>2022年                            |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                         |
| 2. 発表標題<br>ICN のコンテンツポイズニング攻撃がキャッシュヒット率に与える影響の分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 ソサイエティ大会               |
| 4. 発表年<br>2022年                                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭                   |
| 2. 発表標題<br>NDN でのプライバシー保護を目的としたアクセス制御法の検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 ソサイエティ大会        |
| 4. 発表年<br>2022年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>Suppressing Effect of Delayed Caching in ICN Router by Burst Score Aggregation |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 ソサイエティ大会  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>谷口 和也, 上山 憲昭                             |
| 2. 発表標題<br>CDN のキャッシュサーバを騙った DDoS 攻撃の二段階検知法の最適閾値設定法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 ソサイエティ大会                  |
| 4. 発表年<br>2022年                                     |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>常清 睦与, 上山 憲昭               |
| 2. 発表標題<br>移動先の予測需要を用いた D2D キャッシュ制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 ソサイエティ大会    |
| 4. 発表年<br>2022年                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                  |
| 2. 発表標題<br>ICNにおけるFake型コンテンツポイズニング攻撃の影響分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会      |
| 4. 発表年<br>2022年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Takakazu Ashihara and Noriaki Kamiyama               |
| 2. 発表標題<br>Detecting Cache Pollution Attacks Using Bloom Filter |
| 3. 学会等名<br>IEEE LANMAN 2021 (国際学会)                              |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto and Noriaki Kamiyama            |
| 2. 発表標題<br>The Dual-Channel IP-to-NDN Translation Gateway |
| 3. 学会等名<br>IEEE LANMAN 2021 (国際学会)                        |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Hayate Sasaki and Noriaki Kamiyama  |
| 2. 発表標題<br>Summary Cache of IoT Data Using ICN |
| 3. 学会等名<br>IFIP/IEEE IM 2021 (国際学会)            |
| 4. 発表年<br>2021年                                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Ryo Nakamura and Noriaki Kamiyama                                    |
| 2. 発表標題<br>Proposal of Keyword-Based Information-Centric Delay-Tolerant Network |
| 3. 学会等名<br>IEEE QOR 2021 (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭               |
| 2. 発表標題<br>ICNの共通鍵暗号を用いたアクセス制御方式の性能解析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 ソサイエティ大会    |
| 4. 発表年<br>2021年                       |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭              |
| 2. 発表標題<br>ICNにおける個別鍵配送を用いたアクセス制御方式  |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会 |
| 4. 発表年<br>2021年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                    |
| 2. 発表標題<br>攻撃者の位置がコンテンツポイズニング攻撃の脅威に与える影響の分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 ソサイエティ大会          |
| 4. 発表年<br>2021年                             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭                    |
| 2. 発表標題<br>ネットワークポロジがコンテンツポイズニング攻撃に与える影響の分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 総合大会              |
| 4. 発表年<br>2022年                             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>Dynamic Name Resolution Service for Dual-Channel IP-to-NDN Translation Gateway |
| 3. 学会等名<br>IEICE 2021 Society Conference  |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>[Invited Lecture] Throughput Analysis of Translation Gateway Between IP and NDN Using Dual Channel |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会 (招待講演)   |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama  |
| 2. 発表標題<br>Throughput Analysis of Translation Gateway Between IP and NDN Using Dual Channel with Dynamic Prefix Name Binding |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会   |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama                     |
| 2. 発表標題<br>Impact of Delayed Caching on Hit-ratio of ICN Router |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 総合大会                                  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>芦原 大和, 上山 憲昭                                     |
| 2. 発表標題<br>Bloom Filter によるキャッシュポリューション攻撃検知における正常ホストの誤検知低減法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会                            |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>芦原 大和, 上山 憲昭                                       |
| 2. 発表標題<br>正常ホストの誤検知低減を考慮したBloom Filter を用いたキャッシュポリューション攻撃の検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2022年 総合大会                                |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Ryo Nakamura and Noriaki Kamiyama   |
| 2. 発表標題<br>Analysis of Content Availability at Network Failure in Information-Centric Networking |
| 3. 学会等名<br>CNSM 2020 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Noriaki Kamiyama and Rin Hamada                     |
| 2. 発表標題<br>Resilient Caching in Information-Centric Networking |
| 3. 学会等名<br>MSN 2020 (国際学会)                                     |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Kota Tohno, Ryo Nakamura, and Noriaki Kamiyama                 |
| 2. 発表標題<br>On Design of Caching Threshold of Caching Strategy CDO for ICN |
| 3. 学会等名<br>ICOIN 2021 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山憲昭                        |
| 2. 発表標題<br>Bloom Filterを用いたキャッシュポリューション攻撃の検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報通信マネジメント研究会            |
| 4. 発表年<br>2020年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中村遼, 上山憲昭                           |
| 2. 発表標題<br>情報指向ネットワークにおけるネットワーク障害時のコンテンツ可用性の解析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会          |
| 4. 発表年<br>2020年                                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>東野洸太, 中村遼, 上山憲昭                        |
| 2. 発表標題<br>ICNにおけるキャッシュ制御方式CDOの最適なキャッシング閾値に関する一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 ソサイエティ大会                |
| 4. 発表年<br>2020年                                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>仲原愛美, 上山憲昭                             |
| 2. 発表標題<br>Tracerouteの発生間隔に基づくCrossfire Attackの検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 ソサイエティ大会                |
| 4. 発表年<br>2020年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中村遼, 上山憲昭                               |
| 2. 発表標題<br>情報指向ネットワークにおけるネットワーク障害時のコンテンツ可用性に関する一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 ソサイエティ大会                 |
| 4. 発表年<br>2020年                                    |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama                                   |
| 2. 発表標題<br>Building IP and ICN/NDN Gateway Based On Network Layer Translation |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 ソサイエティ大会  |
| 4. 発表年<br>2020年   |



|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山憲昭                       |
| 2. 発表標題<br>Bloom Filterによるキャッシュポリューション攻撃の検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 ソサイエティ大会          |
| 4. 発表年<br>2020年                             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>東野洸太, 中村遼, 上山憲昭              |
| 2. 発表標題<br>ICNのためのキャッシュ制御法CDOのキャッシュ閾値設計 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会   |
| 4. 発表年<br>2020年                         |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>中村 遼, 上山 憲昭                |
| 2. 発表標題<br>キーワード型情報指向遅延耐性ネットワークの提案    |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会 |
| 4. 発表年<br>2020年                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Feri Fahrianto, Noriaki Kamiyama                          |
| 2. 発表標題<br>Translation Gateway Between IP and NDN using Dual Channel |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会                                       |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐々木 颯, 上山 憲昭                 |
| 2. 発表標題<br>サービスの満足度を考慮したIoTデータのキャッシュ制御法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会          |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>深川 悠馬, 上山 憲昭             |
| 2. 発表標題<br>ICNにおける公開鍵暗号を用いたアクセス制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会      |
| 4. 発表年<br>2021年                     |

|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>工藤 多空飛, 上山 憲昭       |
| 2. 発表標題<br>コンテンツポイズニング攻撃の影響分析  |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会 |
| 4. 発表年<br>2021年                |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>芦原 大和, 上山 憲昭            |
| 2. 発表標題<br>YouTubeの動画の反復視聴行動に関する分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会     |
| 4. 発表年<br>2021年                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>内田 亘彦, 上山 憲昭, 山本 幹          |
| 2. 発表標題<br>ICNにおけるホワイトリストを用いたDDoS攻撃の防御 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会         |
| 4. 発表年<br>2021年                        |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>仲原 愛美, 上山 憲昭                               |
| 2. 発表標題<br>Tracerouteの発生間隔に基づくCrossfire攻撃検知方式の誤検知率の解析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2021年 総合大会                        |
| 4. 発表年<br>2021年                                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>仲原 愛美, 上山 憲昭                |
| 2. 発表標題<br>探索フェーズにおけるCrossfire攻撃ホストの特定 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ネットワークシステム研究会       |
| 4. 発表年<br>2021年                        |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Nagata Koki, Kamiyama Noriaki, Yamamoto Miki                       |
| 2. 発表標題<br>Cache Policy Based on Popularity Dynamics of YouTube Video Content |
| 3. 学会等名<br>IEEE CCNC 2020 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kamiyama Noriaki、Nakao Akihiro                            |
| 2. 発表標題<br>Analyzing Dynamics of MVNO Market Using Evolutionary Game |
| 3. 学会等名<br>CNSM 2019 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kitamura Tsukasa、Kamiyama Noriaki、Yamamoto Miki |
| 2. 発表標題<br>Cache-Decision Policy using User Tastes         |
| 3. 学会等名<br>APNOMS 2019 (国際学会)                              |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山 憲昭                |
| 2. 発表標題<br>MECに対するキャッシュポリューション攻撃の影響分析 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 総合大会        |
| 4. 発表年<br>2020年                       |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>佐々木颯, 上山 憲昭                |
| 2. 発表標題<br>ICNを用いたIoTサマリデータのキャッシュ法の提案 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2020年 総合大会        |
| 4. 発表年<br>2020年                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山 憲昭                                   |
| 2. 発表標題<br>[ポスター講演] MECキャッシュのキャッシュポリューション攻撃の検知           |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 超知性ネットワーキングに関する分野横断型研究会(RISING 2019) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>佐々木颯, 上山 憲昭             |
| 2. 発表標題<br>IoTサマリデータのICNを用いたキャッシュ法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会  |
| 4. 発表年<br>2020年                    |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山 憲昭                            |
| 2. 発表標題<br>[ポスター講演] MECキャッシュにおけるキャッシュポリューション攻撃の検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会                 |
| 4. 発表年<br>2019年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>芦原大和, 上山 憲昭                       |
| 2. 発表標題<br>5Gセルラーネットワークにおけるキャッシュポリューション攻撃の検知 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 2019年 ソサイエティ大会           |
| 4. 発表年<br>2019年                              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Noriaki Kamiyama                                   |
| 2. 発表標題<br>Recovering Content Availability at Failures in ICN |
| 3. 学会等名<br>IFIP/IEEE IM 2019 (国際学会)                           |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Noriaki Kamiyama and Yutaro Hosokawa                                       |
| 2. 発表標題<br>Optimally Designing Virtualized CDN Maximizing Profit of Content Providers |
| 3. 学会等名<br>IEEE CCNC 2019 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Noriaki Kamiyama                                       |
| 2. 発表標題<br>Content Availability in Information-Centric Networking |
| 3. 学会等名<br>ICWT 2018 (招待講演) (国際学会)                                |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>細川 裕太郎, 上山 憲昭                  |
| 2. 発表標題<br>コンテンツ事業者の利益最大化を目的とした仮想CDN最適設計法 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報通信マネジメント研究会         |
| 4. 発表年<br>2019年                           |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>濱田 凜, 上山 憲昭            |
| 2. 発表標題<br>ICNの高可用性を実現するキャッシュ制御方式 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報通信マネジメント研究会 |
| 4. 発表年<br>2019年                   |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>北村 司, 上山 憲昭, 山本 幹      |
| 2. 発表標題<br>ユーザの嗜好に基づくキャッシュ制御の一検討  |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会 |
| 4. 発表年<br>2019年                   |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>上山 憲昭, 細川 裕太郎              |
| 2. 発表標題<br>コンテンツ事業者の利益を最大化する仮想CDN最適設計 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会     |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>上山 憲昭                   |
| 2. 発表標題<br>ICN障害時のコンテンツ可用性の集中的回復制御 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報通信マネジメント研究会  |
| 4. 発表年<br>2018年                    |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>永田 光輝, 渋谷 彰寿, 上山 憲昭, 山本 幹 |
| 2. 発表標題<br>動画の人気変化に基づくキャッシュ制御の一検討    |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報指向ネットワーク研究会    |
| 4. 発表年<br>2018年                      |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>上山 憲昭                  |
| 2. 発表標題<br>ICNにおける障害時のコンテンツ可用性回復  |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会 情報指向ネットワーク研究会 |
| 4. 発表年<br>2018年                   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                     | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)               | 備考 |
|-------|---|-------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 山本 幹<br><br>(Yamamoto Miki)<br><br>(30210561) | 関西大学・システム理工学部・教授<br><br><br>(34416) |    |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

|         |         |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|