

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04104

研究課題名（和文）大規模情報指向ネットワークのモデル化とプロトコル設計

研究課題名（英文）Modeling and Protocol Design for Large-Scale Information-Centric Networks

研究代表者

大崎 博之（Ohsaki, Hiroyuki）

関西学院大学・工学部・教授

研究者番号：00294166

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、大規模情報指向ネットワークの実現に向けた、大規模情報指向ネットワークモデル化およびトランスポートプロトコル設計に取り組んだ。具体的には、以下のような3つの研究課題に取り組んだ。(1) 流体近似法を用いた大規模情報指向ネットワークのモデル化、(2) TCP輻輳制御アルゴリズムに基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計、(3) 機械学習に基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で構築した情報指向ネットワークの流体モデルを組み込んだ、フローレベルのネットワークシミュレータ FICNSIM (Fluid-based ICN SIMulator) を開発することにより、任意のネットワークトポロジの大規模シミュレーションを可能にした。また、TCP/IP ネットワークのための TCP 輻輳制御アルゴリズムを情報指向ネットワークに適用した時の有効性を明らかにしたとともに、教師なし機械学習アルゴリズムである Q 学習を AIMD 型ウィンドウフロー制御方式に適用した新たなトランスポートプロトコルを実現した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on the realization of a large-scale information-centric network by undertaking the modeling of such networks and the design of transport protocols. Specifically, we addressed three research challenges as follows: (1) modeling of a large-scale information-centric network using fluid approximation techniques, (2) design of transport protocols for information-centric networks based on TCP congestion control algorithms, and (3) design of transport protocols for information-centric networks based on machine learning.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：ネットワークアーキテクチャ 情報指向ネットワーク 大規模ネットワーク ネットワークモデル化
トランスポートプロトコル

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、従来の TCP/IP ネットワークのような情報を転送するホストを主体としたネットワーク (ホスト指向ネットワーク) ではなく、転送されるデータを主体としたネットワーク (情報指向ネットワーク) が注目を浴びている。代表的な情報指向ネットワークのアーキテクチャである CCN (Content-Centric Networking) や NDN (Named Data Networking) では、ネットワーク中のルータがコンテンツをキャッシュする。このため、コンテンツ提供サーバからコンテンツ要求クライアントへのコンテンツ配送遅延の短縮や、ネットワーク中を転送されるトラフィック量の削減が可能となる。

ただし、情報指向ネットワークは、エンドホスト間に仮想回線を提供するという従来のホスト指向ネットワークとは本質的に異なるアーキテクチャを採用している。このため、情報指向ネットワークの研究者らは、TCP/IP ネットワークの研究で培ってきた経験則がそのまま利用できないという困難に直面している。

これまで、情報指向ネットワークにおける効率的なコンテンツキャッシング手法、コンテンツルーティング手法、コンテンツ提供サーバへのコンテンツ配置手法、パケットレベルシミュレータを利用した情報指向ネットワークの性能分析等の研究が活発に行われている。しかし、数理的アプローチによる、トランスポートプロトコルをも含めた大規模情報指向ネットワークの実現に向けた研究は不十分である。

2. 研究の目的

そこで本研究では、大規模情報指向ネットワークの実現に向けた、大規模情報指向ネットワークモデル化およびトランスポートプロトコル設計に取り組む。具体的には、以下のような3つの研究課題に取り組んだ。

- (1) 流体近似法を用いた大規模情報指向ネットワークのモデル化
- (2) TCP 輻輳制御アルゴリズムに基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計
- (3) 機械学習に基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計

3. 研究の方法

- (1) 流体近似法を用いた大規模情報指向ネットワークのモデル化

100 万ノード規模の大規模情報指向ネットワークを対象とし、「パケット (チャンク) の流れ」であるフローのダイナミクスを流体近似モデルによって記述する。具体的には、離散的に転送されるパケットの流れを、連続的なフローとして近似することにより、ミリ秒単位のフローダイナミクスを表現する DDE (遅延微分方程式) を構築する。

- (2) TCP 輻輳制御アルゴリズムに基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計

TCP/IP ネットワークのトランスポートプロトコル TCP (Transmission Control Protocol) では、ウィンドウフロー制御のためのさまざまな輻輳制御アルゴリズムが提案されており、現在も活発に研究活動が行われている。そこで本研究では、ホスト指向ネットワークのための TCP 輻輳制御アルゴリズムが、情報指向ネットワークのトランスポートとしてどの程度有効に機能するかを分析する。

- (3) 機械学習に基づく情報指向ネットワーク向けトランスポートプロトコルの設計

機械学習を用いたアプローチによって大規模情報指向ネットワークのトランスポートプロトコル設計を目指す。Q 学習に代表される強化学習を利用することにより、AIMD (Additive Increase and Multiplicative Decrease) 型のウィンドウフロー制御方式を実現する。

4. 研究成果

本研究で構築した情報指向ネットワークの流体モデルを組み込んだ、フローレベルのネットワ

ークシミュレータ FICNSIM (Fluid-based ICN SIMulator) を開発した。柔軟で多様なシミュレーションを可能とするため、FICNSIM は軽量言語である Python 言語および科学技術計算に用いられる Julia 言語の 2 種類の言語で実装した。FICNSIM で実装した流体近似モデルは、すべてのノード (コンテンツ要求クライアント、コンテンツ提供サーバ、コンテンツルータ) の入出力がすべてパケット転送レートで表現されている。このため、それぞれのノードを自由に接続することにより、任意のネットワークトポロジの大規模シミュレーションが可能である。

さらに、TCP CUBIC や TCP BBR に代表される、TCP/IP ネットワークのためのトランスポートプロトコルの輻輳制御アルゴリズムを情報指向ネットワークに応用した場合に、コンテンツ配送遅延、スループット、パケット損失率等の観点から、どの程度良好な特性が得られるのかを分析した。具体的には、TCP/IP ネットワークで使用される CUBIC、CTCP、HSTCP、Reno、Veno、Illinois といった複数の TCP 輻輳制御アルゴリズムの流体モデルを、フローレベルの ICN シミュレータ FICNSIM で実装した。さらに、数値シミュレーションを通じて、ICN トランスポートプロトコルにおけるこれらの TCP 輻輳制御アルゴリズムの有効性を分析した。

また、従来の単一パス型 TCP と複数パス対応 TCP (M-TCP) の両方を記述できる流体モデルを考案するとともに、AIMD 型ウィンドウフロー制御の制御パラメータが、これらのフローのスループットおよびパケット損失率に与える影響を明らかにした。

さらに、TCP BBR フローと単一のボトルネックルータの間の動的な相互作用を流体近似を用いて数学的に記述した。具体的には、TCP BBR フローの輻輳ウィンドウおよびその計測値 (ボトルネック帯域幅と最小ラウンドトリップ時間) と、TCP BBR の ProbeBW フェーズにおけるボトルネックルータでのパケットキューの数とパケット損失率を離散時間モデルとして記述した。

これらに加えて、教師なし機械学習アルゴリズムである Q 学習を AIMD 型ウィンドウフロー制御方式に適用した新たなトランスポートプロトコル Q-AIMD を提案するとともに、その有効性をシミュレーション実験により明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計44件（うち査読付論文 44件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Y. Sakumoto and H. Ohsaki	4. 巻 E104-B
2. 論文標題 Graph degree heterogeneity facilitates random walker meetings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 H. N. Aung, S. Yamamoto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the applicability of TCP CUBIC congestion avoidance algorithm for information-centric networking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Wang, Y. Wakisaka, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the separability of aggregated multilayer networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 T. Kawagishi, J. Hagikura, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on mean first passage time of non-backtracking random walk on a graph	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 H. Sagayama, M. Ohnishi, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on content delivery delay in information-centric delay/disruption-tolerant networking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 S. Inoue, K. Goto, S. Yamamoto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on performance bottleneck of flow-level information-centric network simulator	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Kitaura, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Random walk on a graph with vicinity avoidance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 36th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2022)	6. 最初と最後の頁 232-237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 S. Yamamoto, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Implementation and evaluation of flow-level network simulator for large-scale ICN networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46th IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 H. Sagayama, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the effect of communication link heterogeneity on content delivery delay in information-centric delay tolerant networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th IEEE International Workshop on Architecture, Design, Deployment and Management of Networks & Applications (ADMNET 2022)	6. 最初と最後の頁 1044-1049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 T. Emi, H. N. Aung, Y. Yamasaki, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the message corruption detectability in AUTOSAR E2E Profile 2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Y. Hatanaka, H. Sawano, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Message delivery delay with end-to-end routing in complex networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 H. Kawamura, T. Iwata, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on node centrality obfuscation in large-scale networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 D. Nakagawa, T. Iwata, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of laziness of random walk on efficiency of graph exploration in dynamic graphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 H. N. Aung, K. Goto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the applicability of TCP congestion avoidance algorithms to information-centric networking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Otani, S. Inoue, K. Goto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 AIMD window flow control using reinforcement learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 S. Shirakawa, Hatanaka, H. Sawano, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on a co-ranking algorithm of layers and nodes for multilayer networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Takamori, E. Taichi, H. N. Aung, K. Goto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the impact of network topology on efficiency of distributed online kernel learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Yoshitsugu, T. Iwata, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the exploration efficiency of (alpha, k) random walk on unknown graphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 F. Toyoda, Y. Sakumoto, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal of an efficient blind search utilizing the rendezvous of random walk agents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 44th IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2020)	6. 最初と最後の頁 568-575
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 J. Hagikura, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the optimal cache allocation in information-centric networking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 8th International Workshop on Architecture, Design, Deployment & Management of Networks & Applications (ADMNET 2020)	6. 最初と最後の頁 1151-1156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 M. Ohnishi, C. Minamiguchi, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the performance of end-to-end routing in complex networks with intermittent links	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 8th International Workshop on Architecture, Design, Deployment & Management of Networks & Applications (ADMNET 2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Y. Wakisaka, K. Yamashita, S. Tsugawa, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the effectiveness of random node sampling in influence maximization on unknown graph	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 44th IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2020)	6. 最初と最後の頁 613-618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Kitaura, R. Matsuo, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On estimating network topology from observed flow sets at measurement nodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 44th IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2020)	6. 最初と最後の頁 619-624
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 A. Tsuji, T. Suzuki, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on inferring communication delays using semi-supervised learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 T. Iwata, K. Kitaura, R. Matsuo, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on the relation between shortest path lengths of original and coarsened graphs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Y. Nishi, R. Sakaguchi, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A study on estimating effective graph resistance with random walk	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Matsuo and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A solution for recovering network topology with missing links using sparse modeling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2021)	6. 最初と最後の頁 373-378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Yamahsita and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the correlation between spectral measures of network topology and flow-level qos	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2021)	6. 最初と最後の頁 425-428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Yamahsita and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Effective node resistance and its implication on network robustness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2021)	6. 最初と最後の頁 149-153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Nakamura and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On scaling property of information-centric networking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications, Special Section on Enhancing Information Centric Networking Technologies Towards Real-world Infrastructure	6. 最初と最後の頁 1804-1812
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Nakamura and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A fast packet loss detection mechanism for content-centric networking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications, Special Section on Enhancing Information Centric Networking Technologies Towards Real-world Infrastructure	6. 最初と最後の頁 1842-1852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Yamashita, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 27
2. 論文標題 Revisiting the robustness of complex networks against random node removal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 643-649
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Delayed packet forwarding for information-centric networking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Future Internet Technologies (CFI 2019)	6. 最初と最後の頁 8:1-8:6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Matsuo, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Sparse representation of network topology with K-SVD algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 43rd IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2019)	6. 最初と最後の頁 291-298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 N. Kawabata, Y. Yamasaki, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Modeling restrained epidemic routing on complex networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 43rd IEEE Signature Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC 2019)	6. 最初と最後の頁 285-290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Yamashita, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the predictability of network robustness from spectral measures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Architecture, Design, Deployment and Management of Networks and Applications (ADMNET 2019)	6. 最初と最後の頁 24-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 K. Katayama and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-based modeling of large-scale ieee 802.15.4 wireless sensor networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Modeling and Verifying Distributed Applications(MVDA 2019)	6. 最初と最後の頁 543-548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 N. Kawabata, Y. Yamasaki, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the effectiveness of position-based routing in delay/disruption-tolerant networking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Architecture, Design, Deployment and Management of Networks & Applications (ADMNET 2019)	6. 最初と最後の頁 19-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Maegawa, D. Matsui, Y. Yamasaki, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 A discrete model of IEEE 1588-2008 precision time protocol with clock servo using PI controller	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Modeling and Verifying Distributed Applications (MVDA 2019)	6. 最初と最後の頁 531-536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 C. Minamiguchi, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparative analysis of content routing strategies in information-centric delay-tolerant networking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th IEEE International Conference on Information Networking (ICIN 2020)	6. 最初と最後の頁 778-783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 R. Sakaguchi, D. Matsui, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of constrained random waypoint mobility model on graph	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2020)	6. 最初と最後の頁 312-317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 T. Mayaguchi, R. Sakaguchi, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On the dynamics of branching random walk on random regular graph	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2020)	6. 最初と最後の頁 307-311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 T. Suzuki, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 On estimating communication delays using graph convolutional networks with semi-supervised learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2020)	6. 最初と最後の頁 481-486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 S. Yamamoto, R. Nakamura, and H. Ohsaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-based modeling of transport protocol for information-centric networking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th IEEE International Conference on Information Networking (IC0IN 2020)	6. 最初と最後の頁 330-335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計44件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 後藤 啓大, 山本 創麻, 大崎 博之
2. 発表標題 情報指向ネットワークにおけるマルチパス AIMD 型ウィンドウフロー制御のモデル化に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萩倉 丈, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 情報指向ネットワークにおけるルータへの最適キャッシュ割当に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萩倉 丈, 大崎 博之
2. 発表標題 情報指向分断耐性ネットワークにおけるランダムウォーク型ルーティングの特性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩田 丈了, 北浦 敬太, 松尾 涼太郎, 大崎 博之
2. 発表標題 グラフの最短経路長と粗視化グラフの最短経路長の関係に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北浦 敬太, 松尾 涼太郎, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 観測したフロー情報に基づくネットワークポロジ推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Maegawa, O. Fumiya, R. Nakamura, Y. Yamasaki, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on performance evaluation of automotive IP network using network emulator
3. 学会等名 IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Society Conference
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前川 龍一郎, 山崎 康広, 大崎 博之
2. 発表標題 PTP のための時計調整機構の安定性解析の適用可能性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾 涼太郎, 大崎 博之
2. 発表標題 スパースモデリングによるリンク欠損したネットワークポロジ復元手法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻 光雄, 鈴木 泰誠, 大崎 博之
2. 発表標題 半教師付き学習による通信遅延推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 C. Minamiguchi, R. Nakamura and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on comparative analysis of content routing strategies in information-centric delay-tolerant networking
3. 学会等名 IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Society Conference
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西 雄平, 阪口 亮太, 大崎 博之
2. 発表標題 ランダムウォークによる実効グラフ抵抗の推定手法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大西 美知加, 南口 宙太, 大崎 博之
2. 発表標題 断続的なリンクで接続された複雑ネットワークにおけるエンド-エンドルーティングに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪口 亮太, 大崎 博之
2. 発表標題 分岐型ランダムウォークの最適分岐パラメータに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 脇坂 悠生, 山下 量之, 津川 翔, 大崎 博之
2. 発表標題 未知のグラフ上の影響最大化問題における最適サンプルノード数に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 創麻, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 大規模情報指向ネットワークのための流体ネットワークシミュレータに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下 量之, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 ネットワークのスペクトル指標とフロー QoS との関係に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊田 郁弥, 作元 雄輔, 大崎 博之
2. 発表標題 大規模なネットワークにおけるランデブー型ランダムウォーク探索の有効性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊田 郁弥, 作元 雄輔, 大崎 博之
2. 発表標題 大規模な未知のネットワークに対するランダムウォークを用いたランデブー探索の有効性の評価
3. 学会等名 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 2020年

1. 発表者名 R. Matsuo and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on recovering network topology with missing links using sparse modeling
3. 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-3)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Yamashita and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on effective node resistance of a graph
3. 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-4)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Yamamoto, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2 . 発表標題 A study on flow-level network simulator for large-scale information-centric networks
3 . 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-13) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Kitaura, R. Matsuo, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2 . 発表標題 A study on topology estimation from observed network flows
3 . 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-11) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Y. Nishi, R. Sakaguchi, and H. Ohsaki
2 . 発表標題 A study on estimating effective graph resistance using random walk
3 . 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-7) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 A. Tsuji, T. Suzuki, and H. Ohsaki
2 . 発表標題 A study on inferring communication delays using semi-supervised learning
3 . 学会等名 Technical Report of IEICE (IA2020-10) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 遼, 阪口 亮太, 山下 量之, 松井 大樹, 大崎 博之
2. 発表標題 ネットワークポロジが情報探索・配送・拡散に与える影響
3. 学会等名 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 作元 雄輔, 大崎 博之
2. 発表標題 グラフスペクトルに基づくランダムウォークの解析 --- グラフの次数ばらつきが初回接触時間に与える影響 ---
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Sakaguchi, D. Matsui, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 Characteristic analysis of constrained random waypoint mobility model on graph
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Yamashita, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on the predictability of network robustness from spectral measures
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Mayaguchi, R. Sakaguchi, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on modeling branching random walk on random regular graph
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Suzuki, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on estimating communication delays using graph convolutional networks with semi-supervised learning
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 作元 雄輔, 大崎 博之
2. 発表標題 グラフの次数ばらつきが 2 つのランダムウォークの初回接触時間に与える影響
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Nakamura, T. Yabuuchi, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on a fast packet loss detection mechanism for content-centric networking
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Matsuo, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on sparse representation of network topology with K-SVD algorithm
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋倉 丈, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 情報指向ネットワークにおける最適キャッシュ割当に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 間屋口 琢朗, 阪口 亮太, 大崎 博之
2. 発表標題 ランダム正則グラフにおける分岐型ランダムウォークのモデル化に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大西 美知加, 南口 宙太, 大崎 博之
2. 発表標題 情報指向ネットワークにおける最適キャッシュ割当に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 泰誠, 安田 裕一, 中村 遼, 大崎 博之
2. 発表標題 グラフ量み込みネットワークの半教師付き学習による通信遅延推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇坂 悠生, 山下 量之, 津川 翔, 大崎 博之
2. 発表標題 グラフ上の影響伝搬におけるランダムサンプリングの効率性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yamamoto, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on dynamical modeling of transport protocol in information-centric networking
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇坂 悠生, 山下 量之, 津川 翔, 大崎 博之
2. 発表標題 未知のグラフ上の影響伝搬におけるランダムサンプリングの効率性
3. 学会等名 電子情報通信学会 通信行動工学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊田 郁弥, 作元 雄輔, 大崎 博之
2. 発表標題 ランダムウォークエージェントのランデブーを活用した効率的なブラインド探索の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Yamashita, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on the predictability of network robustness against random node removal from spectral measures
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Suzuki, Y. Yasuda, R. Nakamura, and H. Ohsaki
2. 発表標題 A study on inferring communication delays using graph convolutional networks with semi-supervised learning
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 脇坂 悠生, 山下 量之, 津川 翔, 大崎 博之
2. 発表標題 未知のグラフ上の影響伝搬におけるランダムサンプリングの効率性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------