

令和 6 年 4 月 15 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03426

研究課題名（和文）処理性能の不確定性を考慮したサービスチェーンのマッピングとスケジューリング方式

研究課題名（英文）Service-chain mapping and scheduling scheme considering uncertainties in processing performance

研究代表者

大木 英司 (Oki, Eiji)

京都大学・情報学研究科・教授

研究者番号：70524156

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、処理時間が不確実なネットワークサービスのマッピングとスケジューリング問題に対する最適化モデルを提案した。処理時間の不確実性をG-ロバストネスアプローチによってモデル化し、処理時間の不確実性に対して異なる程度のロバストネスを提供する。与えられた不確実性集合に対して、最悪の場合のメイクスパンを最小化する問題を定式化した。発見的手法を開発し、これは対応する混合整数線形計画問題よりもスケーラビリティに優れ、混合整数線形計画問題と同じ最悪の場合のメイクスパンを得た。数値計算の結果、提案モデルは決定論的パラメータを用いた従来モデルよりも最悪のメイクスパンに関して優れていることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したサービスチェーンマッピング・スケジューリング方式は、仮想ネットワーク機能の処理性能が規定値から変動することを許容する。処理時間の変動許容範囲の不確実性集合を定義し、不確実性集合の範囲内における最大のメイクスパンを最小化するサービスチェーンマッピング・スケジューリングを決定する問題の解法を示した。不確実性のある仮想ネットワーク機能の処理性能を考慮したサービスチェーンマッピング・スケジューリング方式の研究は過去に存在せず、本研究は学術的独自性を有する。また、この最適化手法・制御手法の開発は、新たなネットワーク仮想化サービスの創出に資するものであり、本研究は創造性を有する。

研究成果の概要（英文）：This research proposes an optimization model for the network service (NS) mapping and scheduling problem with uncertain processing time in network function virtualization. We model processing time uncertainty through the G-robustness approach, which provides different degrees of robustness against processing time uncertainty. We formulate the problem to minimize the worst-case makespan over the given uncertainty set. We show the NP-hardness of the considered problem. We develop a heuristic that divides the problem into subproblems. It has polynomial time complexity to calculate the worst-case makespan over the uncertainty set. It has better scalability than the corresponding mixed integer linear programming (MILP) problem and obtains the same worst-case makespan as the MILP problem. The numerical results show that the proposed model outperforms the conventional model with deterministic parameters regarding worst-case makespan.

研究分野：情報ネットワーク、通信ネットワーク

キーワード：ネットワークサービス サービスチェーン マッピング スケジューリング 不確実な処理性能 ロバスト最適化

1. 研究開始当初の背景

ファイアウォール、ロードバランサー、ネットワークアドレストランスレータなどのネットワーク機能は、利用者の多様な要求条件を満足するために、データセンターや企業ネットワーク等で広く展開されている。サービスチェーン (SC: service chain) は、複数のネットワーク機能を組み合わせたネットワークサービスの動作仕様として定義される。SC では、構成要素となるネットワーク機能間の処理順序が考慮される。従来のネットワークでは、ネットワーク機能は専用のハードウェアとして実装される。ネットワーク運用者は、処理対象のデータトラフィックがネットワーク機能を所定の順序で通過するように SC を設定する。近年、多様かつ持続期間の短い、新たな種類のサービスの要求が増加している。従来のネットワークでは、新たな SC の設定要求に対して新しいハードウェアを継続的に購入・設置する必要があり、設備コストおよび運用コストの増大を招く。

ハードウェアのネットワーク機能の制限を解決するアプローチとして、ネットワーク機能仮想化 (NFV: network function virtualization) 技術の研究開発が行われている。NFV では、専用ハードウェアからネットワーク機能を分離し、ネットワーク機能を汎用サーバ上で動作するソフトウェアとして実装する。このソフトウェアを仮想ネットワーク機能 (VNF: virtual network function) と呼ぶ。ネットワーク運用者は新たな種類のサービス要求に対して、新しいハードウェアを導入することなく、VNF をネットワーク上の汎用サーバにオンデマンドで配置できる。これにより、設備コストが削減されるとともに、ネットワーク機能の実装および管理の柔軟性が向上する。NFV 環境下において SC を提供する場合、ネットワーク運用者は、物理基盤ネットワーク上に設定された仮想化ネットワーク (VN: virtual network) の仮想ノード (以下、ノードと呼ぶ) 上に VNF を配備する。SC を構成するネットワーク機能の処理順序を考慮して適切に VNF を選択・配備することにより、SC を経済的に提供することができる。

高効率かつ End-to-end の遅延時間が短い SC を提供するためには、SC のマッピングおよびスケジューリングを行う必要がある。マッピングとは、SC が要求する VNF を VN 上のノードに割り当てることである。スケジューリングとは、1つのノード上で複数の SC が同じ計算資源を共有する際に、SC 毎に VNF の処理の優先順位を与えることである。複数の SC の設定要求に対して、SC のマッピング・スケジューリングにより、全体の処理時間 (メイクスパン) を最小にする課題がある。従来研究では、各 VNF の処理性能が変動しない (確定的である) として、SC マッピング・スケジューリングの研究が行われてきた。

しかしながら、実際のネットワーク運用においては、VNF の処理性能に不確実性が存在する。具体的には、VNF の処理性能が様々な環境要因 (例えば、汎用サーバの処理負荷、VNF 間の計算資源競合) によって影響され、VNF の処理時間が変動する。VNF の処理時間に不確実性が存在する場合、確定的パラメータを用いてマッピング・スケジューリングを決定すると、メイクスパンが増大する可能性がある。従来の SC マッピング・スケジューリング方式は、VNF の処理性能が確定的であることを仮定しており、VNF 処理性能の不確実性が考慮されていない。本研究では、不確実性のある VNF 処理性能を考慮した SC マッピング・スケジューリング方式を提供できるかという問いに答える。本方式の確立により、ネットワーク運用者は、NFV 環境下において高効率で低遅延な SC を提供することができる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、不確実性のある VNF 処理性能を考慮した SC マッピング・スケジューリング方式を開発することである。応募者は、SC マッピング・スケジューリングに対して、各 VNF の処理性能が確定的であると仮定した場合にメイクスパンを最小にする数理モデルを示し、その解法を示した [Y. Zhang, HPSR2019], [Y. Zhang, TNSM2020]。これによって、限定条件の下における SC マッピング・スケジューリングの数学的扱いが明らかにされている。一方、不確実性のある VNF 処理性能のモデル化や最適手法が検討されていない。

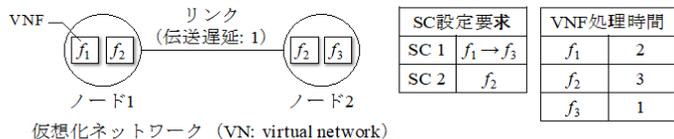


図1 VN および SC 設定要求の例

図1~3を用いて、SC マッピング・スケジューリングの例を示す。図1にVN および SC 設定要求の例を示す。 f_1 , f_2 , f_3 の3種類のVNFがVN上に配備されており、SC 1およびSC 2の2個のSC設定要求が存在する。SC 1は、データをVNF f_1 で処理した後に、VNF f_3 で処理することを要求している。SC 2は、データをVNF f_2 で処理することを要求している。ノード1はVNF f_1 とVNF f_2 を、ノード2はVNF f_2 とVNF f_3 を、それぞれ提供する。各ノードが同時に処理可能なVNFは1個とする。各ノードにおけるVNF f_1 , f_2 , f_3 の処理時間は、それぞれ2, 3, 1とする。ノード1とノード2の間のリンクの伝送遅延を1とする。

図2に、VNF の処理性能が確定的である場合のSC 1及びSC 2のマッピング・スケジューリ

ングの実行可能解の例を 2 個示す。実行可能解 1 (図 2(a)) では、SC 1 は、 f_1 をノード 1 で、 f_3 をノード 2 でそれぞれ処理する。SC 2 は、 f_2 をノード 1 で処理する。ノード 1 では、 f_1 の処理が行われた後に f_2 を処理するスケジューリングを行う。実行可能解 2 (図 2(b)) では、SC 1 は、 f_1 をノード 1 で、 f_3 をノード 2 でそれぞれ処理する。SC 2 は、 f_2 をノード 2 で処理する。ノード 2 では、 f_2 の処理が行われた後に f_3 を処理するスケジューリングを行う。実行可能解 1 及び 2 のメイクスパンは、それぞれ 5 及び 4 である。VNF の処理性能が確定的である場合、実行可能解 2 の方が実行可能解 1 よりもメイクスパンが短い。

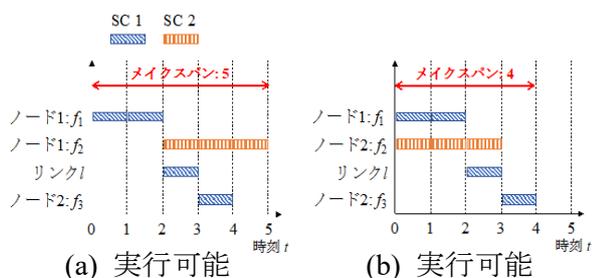


図 2 SC マッピング・スケジューリングの例

一方、VNF の処理性能の不確実性を考慮した場合、上記の 2 つの実行可能解のメイクスパンが異なる。図 3 に、VNF における処理時間が変動した場合のマッピング・スケジューリングの例を示す。ノード 1 と 2 の f_2 の処理時間が 3 から変動して 5 になり、ノード 2 の f_3 の処理時間が 1 から変動して 3 になったとする。この時、実行可能解 1 (図 3(a)) 及び 2 (図 3(b)) のメイクスパンはそれぞれ 7 と 8 になる。VNF の処理性能が確定的な場合とは異なり、実行可能解 2 の方が実行可能解 1 よりもメイクスパンが長くなる。

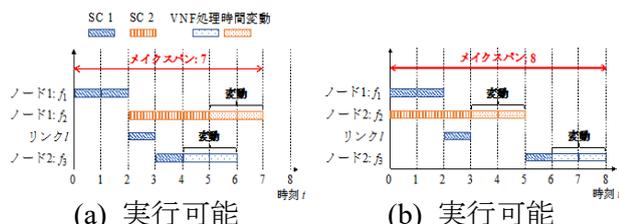


図 3 SC マッピング・スケジューリングの例

3. 研究の方法

SC の設定要求の集合があらかじめ与えられる静的シナリオに対して、SC マッピング・スケジューリング方式を開発する。数理モデルを定式化し、本問題の計算複雑度を明らかにする。応募者がこれまでのネットワーク設計の研究で培ったネットワーク仮想化技術の特性、および、ロバスト最適化の知見 [F. He, ICC20218], [S. Khouangvichit, IEICE2020] を活用して、VNF 処理時間の変動範囲を表す不確実性集合を定める。不確実性集合に対する最大のメイクスパンを算出するために、図 2 に示したような実行可能解のインスタンスを抽象グラフとして表し、抽象グラフに対して最大のメイクスパンを求めるアルゴリズムと動的最適化手法を適用する。また、所望の最適化問題の規模に対して、実用的な計算時間で SC マッピング・スケジューリングを計算できない場合を考慮し、焼き鈍し法などを使用した発見的アルゴリズムを開発する。VNF 処理時間の不確実性を考慮した最適化問題の解に対するメイクスパン (開発方式) と、不確実性を考慮しない最適化問題を解いた後で図 3 のように不確実性を考慮して求めたメイクスパン (従来方式) とを比較して、前者が後者より短くなることを示す。また、開発方式によるメイクスパンの削減率と VNF 処理時間の変動範囲との関係を明らかにする。発見的アルゴリズムについては、最適化手法を適用した場合と同程度のメイクスパンの削減率が得られることを示す。

4. 研究成果

4.1 VNF 処理時間が不確実な NS マッピングとスケジューリング問題に対する最適化

本研究は、NFV 環境下において、VNF 処理時間が不確実な NS マッピングとスケジューリング問題に対する最適化モデルを提案した [Y. Zhang, TCC2023]。我々は、VNF 処理時間の不確実性を G-robust アプローチ [D. Bertsimas, OR2004] を用いてモデル化し、不確実性を伴う処理時間の全ての可能な実現に最も適合する解を求めるために、与えられた不確実性集合上で最悪の場合のメイクスパンを最小化する問題を混合整数計画問題として定式化した。この問題の計算複雑度を解析し、

NP 困難性を証明した。提案モデルを解くために、問題を部分問題に分割する発見的な手法を設計し

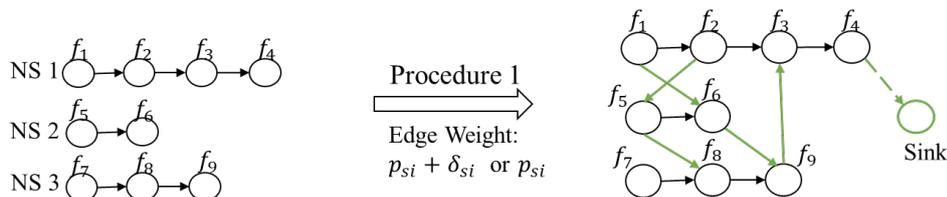


図 4 問題解析に用いるグラフ

た。マッピングとスケジューリングの決定が与えられる部分問題に対して、不確実性集合に対する最悪の場合のメイクスパンを求める多項式時間複雑度を持つ発見的的手法アルゴリズムを開発した。開発した発見的的手法アルゴリズムは、混合整数計画問題のアプローチよりもスケーラビリティに優

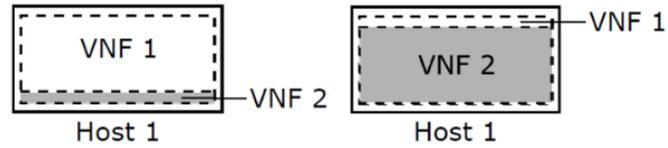


図5 VNFリサイジング

れる (図4)。この発見的的手法アルゴリズムは、[Y, Zhang, NOMS2020]で提示されたものでは扱えない、異なる仮想ノードが占有する資源量の差と仮想ノード間のネットワーク遅延を考慮している。本発見的的手法アルゴリズムを適用することで、提案モデルと、決定論的パラメータを用いた従来のモデルを用いた2つのベースラインとを比較する。異なる不確実性集合のサイズ、到着NSの異なるSC長、基準処理時間からの最大変動幅、及び、ネットワーク遅延の異なる範囲を考慮し、提案モデルの性能を広範囲に評価した。数値計算の結果、提案モデルは、決定論的パラメータを用いた2つのベースラインを比較して、最悪のメイクスパンを削減することを示した。また、提案モデルの性能に対するネットワークトポロジーの影響を分析した。

4.2 仮想ネットワーク機能リサイジングと優先度を用いたサービス配備モデル

NFVは、VNFを用いたより柔軟なネットワークサービスの配備を可能とする。サービスの提供者は、サービスによって異なる遅延要求を満たしながら、必要なVNFをホスト上に割り当てる必要があるが、サービスを可能な限り効率的に配備することは難題である。従来研究[F. Malandrino, TON2019]ではこの問題に対し、計算資源が固定値で割り当てられたVNFインスタンスを複数のサービスで共有する手法を開発している。しかし、異なるVNFインスタンス間では計算資源の共有は行っていない。これを可能にすることで、計算資源利用のさらなる効率化が期待できる。

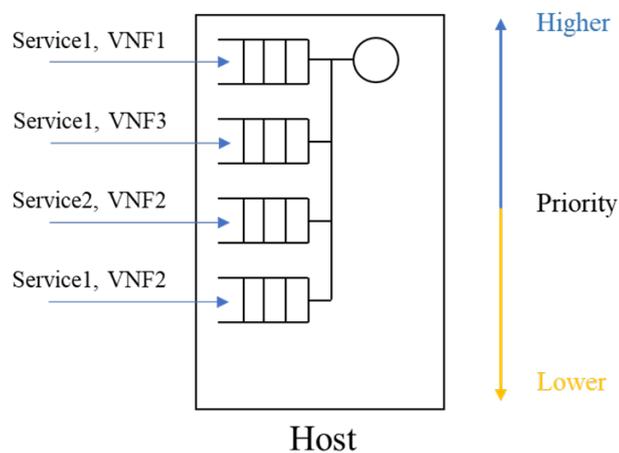
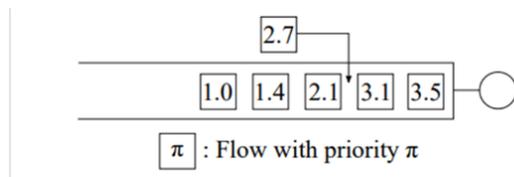


図6 Per-host priority

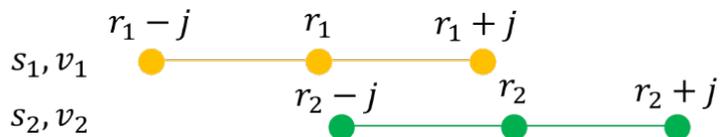
第一に、本研究では、資源の共有と優先度付きキューを利用して配備コストを最小化することを目的とした、ネットワーク機能仮想化におけるサービス配備モデルを提案した[Akahoshi, Globecom2021], [Akahoshi, TNSM2023]。提案モデルでは、実行中に行われるVNFリサイジングによって、同一ホスト上のVNFインスタンスがホストの計算資源を共有する(図5)。さらに、それぞれのホストに優先度付きキューの仕組みを適用する(図6)。ここでは、同じサービス、VNF、ホスト上のフローには同じ優先度を割り当てるものとし、これをper-host priorityと呼ぶ。提案モデルを、サービス配備コストを最小化する最適化問題として定式化し、これを実用的な時間で解く発見的的手法(FlexSize)を開発した。同一ホスト上のVNFインスタンスが計算資源を共有しないモデルをベースラインモデルとし、提案モデルがベースラインモデルと比べ、サービス配備コストをより大きく削減可能であることを示した。

第二に、同一種類のフロー、すなわち同一のサービス、VNF、ホストに属するフローに異なる優先度を与えるper-flow priorityを提案した

[Akahoshi, APNOMS2022], [Akahoshi, IEICE2023]。Per-flow priorityでは、フローの種類ごとに優先度の範囲を決定し、各フローの優先度はその範囲内から無作為に割り当てられる(図7)。これにより、ある種類に属するフローは、ほかの種類よりある確率で優先度が高い、ということが実現できる。本研究では、per-host priorityを適用したサービス配備モデルとFlexSizeを、per-flow priorityを扱えるよう拡張し



(a) Per-flow priorityを適用したキュー



(b) フロー毎の確率密度分布モデル (一様分布)

図7 Per-flow priority

た。Per-flow priority と per-host priority を比較評価し、前者の方がサービス配備コストをより大きく削減可能であることを示した。

【参考文献】

[Y. Zhang, HSPR2019] Y. Zhang, F. He, T. Sato, and E. Oki, "Optimization of Network Service Scheduling with Resource Sharing and Preemption," 20th IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR 2019), May 2019.

[Y. Zhang, TNSM2020] Y. Zhang, F. He, T. Sato, and E. Oki, "Network Service Scheduling with Resource Sharing and Preemption," IEEE Trans. Network and Service Management, vol. 17, no. 2, pp. 764-778, Jun. 2020.

[S. Khouangvichit, IEICE2020] S. Khouangvichit, N. Kitsuwon, and E. Oki, "Optimization Approach to Minimize Backup Capacity Considering Routing in Primary and Backup Networks for Random Multiple Link Failures," IEICE Trans. Commun., vol. E103-B, No.7, pp.726-735, Jul. 2020.

[F. He, ICC20218] F. He, T. Sato, B.C. Chatterjee, T. Kurimoto, S. Urushidani, and E. Oki, "Robust Optimization Model for Backup Resource Allocation in Cloud Provider," IEEE ICC 2018, May 2018.

[Y. Zhang, TCC2023] Y. Zhang, F. He, and E. Oki, "Service Mapping and Scheduling with Uncertain Processing Time in Network Function Virtualization," IEEE Trans. Cloud Computing, vol. 11, no. 2, pp. 1315 - 1333, Apr.-Jun. 2023.

[D. Bertsimas, OR2004] D. Bertsimas and M. Sim, "The price of robustness," Oper. Res., vol. 52, no. 1, pp. 35-53, Feb. 2004.

[Y. Zhang, NOMS2020] Y. Zhang, F. He, and E. Oki, "Network Service Mapping and Scheduling under Uncertain Processing Time," IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS 2020), Apr. 2020.

[F. Malandrino, TON2019] F. Malandrino, C. F. Chiasserini, G. Einziger, and G. Scalosub, "Reducing Service Deployment Cost through VNF Sharing," IEEE/ACM Trans. Netw., vol. 27, no. 6, pp. 2363-2376, Dec. 2019.

[Akahoshi, Globecom2021] K. Akahoshi, F. He, and E. Oki, "Service Deployment Model with Virtual Network Function Resizing," IEEE Globecom 2021, Dec. 2021.

[Akahoshi, TNSM2023] K. Akahoshi, F. He, and E. Oki, "Service Deployment Model Based on Virtual Network Function Resizing," IEEE Trans. Network and Service Management, vol. 20, no. 1, pp. 547-562, Mar. 2023.

[Akahoshi, APNOMS2022] K. Akahoshi and E. Oki, "Service Deployment with Per-Flow-Priority-Based Virtual Network Function Resizing," Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2022), Sep. 2022.

[Akahoshi, IEICE2023] K. Akahoshi and E. Oki, "Service Deployment Model with Virtual Network Function Resizing Based on Per-Flow Priority," IEICE Trans. Commun., vol. E106-B, no. 9, pp. 786- 797, Sep. 2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計41件（うち査読付論文 41件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Akahoshi Keigo, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 20
2. 論文標題 Service Deployment Model Based on Virtual Network Function Resizing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 547 ~ 562
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TNSM.2022.3198664	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 Yanase Souhei, He Fujun, Taka Haruto, Kawabata Akio, Oki Eiji	4. 巻 E106.B
2. 論文標題 Migration Model for Distributed Server Allocation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 44 ~ 56
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transcom.2022EBP3046	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 Ito Mitsuki, He Fujun, Yokouchi Kento, Oki Eiji	4. 巻 E106.B
2. 論文標題 Robust Optimization Model for Primary and Backup Capacity Allocations against Multiple Physical Machine Failures under Uncertain Demands in Cloud	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 18 ~ 34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transcom.2022EBP3024	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 Takahashi Tomoki, Sato Takehiro, Oki Eiji	4. 巻 221
2. 論文標題 Scheduling model for simultaneous update of multiple service function chains with state consistency	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Computer Networks	6. 最初と最後の頁 109520 ~ 109520
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.comnet.2022.109520	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 Chatterjee Bijoy Chand, Ahmed Imran, Wadud Abdul, Maity Mukulika, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 BPRIA: Crosstalk-Avoided Bi-Partitioning-Based Counter-Propagation Resource Identification and Allocation for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4369 ~ 4383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2022.3158962	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 該当する

1. 著者名 Takeda Kenta, Sato Takehiro, Chatterjee Bijoy Chand, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Joint Inter-Core Crosstalk- and Intra-Core Impairment-Aware Lightpath Provisioning Model in Space-Division Multiplexing Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4323 ~ 4337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2022.3157387	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 該当する

1. 著者名 Chatterjee Bijoy Chand, S Basavaprabhu, Oki Eiji	4. 巻 4
2. 論文標題 BPA: Approximation Batch-Processing Algorithm for Static Lightpath Requests in Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Networking Letters	6. 最初と最後の頁 189 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LNET.2022.3211150	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 該当する

1. 著者名 Zhang Jingxiong, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 3
2. 論文標題 Service Deployment Model on Shared Virtual Network Functions With Flow Partition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of the Communications Society	6. 最初と最後の頁 2178 ~ 2194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJCOMS.2022.3221168	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 He Fujun, Sato Takehiro, Chatterjee Bijoy Chand, Kurimoto Takashi, Urushidani Shigeo, Oki Eiji	4. 巻 10
2. 論文標題 Robust Optimization Model for Primary and Backup Resource Allocation in Cloud Providers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cloud Computing	6. 最初と最後の頁 2920 ~ 2935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCC.2021.3051018	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 該当する

1. 著者名 Korikawa Tomohiro, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Memory Network Architecture for Packet Processing in Functions Virtualization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 3304 ~ 3322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2022.3159091	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 He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Shared Protection-Based Virtual Network Embedding Over Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 2869 ~ 2884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2022.3178350	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 Kang Rui, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 217
2. 論文標題 Fault-tolerant resource allocation model for service function chains with joint diversity and redundancy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computer Networks	6. 最初と最後の頁 109287 ~ 109287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comnet.2022.109287	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 Ito Mitsuki, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 E105.B
2. 論文標題 Backup Resource Allocation of Virtual Machines for Probabilistic Protection under Capacity Uncertainty	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 814 ~ 832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2021EBP3144	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 Zhang Yuncan, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Service Chain Provisioning With Sub-Chain-Enabled Coordinated Protection to Satisfy Availability Requirements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 1629 ~ 1649
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3124920	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 Zhu Mengfei, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Resource Allocation Model Against Multiple Failures With Workload-Dependent Failure Probability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 1098 ~ 1116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3135906	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 Kotachi Seiki, Sato Takehiro, Shinkuma Ryoichi, Oki Eiji	4. 巻 E105.B
2. 論文標題 Fault-Tolerant Controller Placement Model by Distributing Switch Load among Multiple Controllers in Software-Defined Network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 533 ~ 544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2021EBP3090	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 Bao Bowen, Yang Hui, Yao Qiuyan, Yu Ao, Chatterjee Bijoy Chand, Oki Eiji, Zhang Jie	4. 巻 19
2. 論文標題 SDFA: A Service-Driven Fragmentation-Aware Resource Allocation in Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 353 ~ 365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3116757	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 該当する

1. 著者名 Zhu Mengfei, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Optimization Model for Primary and Backup Resource Allocation With Workload-Dependent Failure Probability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 452 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3114714	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 Halder Joy, Maity Mukulika, Oki Eiji, Chatterjee Bijoy Chand	4. 巻 26
2. 論文標題 Shared Backup Path Protection-Based Resource Allocation Considering Inter-Core and Inter-Mode Crosstalk for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Communications Letters	6. 最初と最後の頁 637 ~ 641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LCOMM.2021.3139801	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 該当する

1. 著者名 Otsu Ryo, Shinkuma Ryoichi, Sato Takehiro, Oki Eiji, Hasegawa Daiki, Furuya Toshikazu	4. 巻 10
2. 論文標題 Spatial-Importance-Based Computation Scheme for Real-Time Object Detection From 3D Sensor Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 5672 ~ 5680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2022.3140332	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Kang Rui, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Virtual Network Function Allocation in Service Function Chains Using Backups With Availability Schedule	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4294 ~ 4310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3096254	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 Ito Mitsuki, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Robust Optimization Model for Probabilistic Protection With Multiple Types of Resources	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4711 ~ 4729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3093066	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 He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Main and Secondary Controller Assignment With Optimal Priority Policy Against Multiple Failures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4391 ~ 4405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3064646	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 Yahya Widhi, Oki Eiji, Lin Ying-Dar, Lai Yuan-Cheng	4. 巻 18
2. 論文標題 Scaling and Offloading Optimization in Pre-CORD and Post-CORD Multi-Access Edge Computing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 4503 ~ 4516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3101862	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 該当する

1. 著者名 Yanase Souhei, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 3
2. 論文標題 Approximation Algorithms to Distributed Server Allocation With Preventive Start-Time Optimization Against Server Failure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Networking Letters	6. 最初と最後の頁 191 ~ 195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LNET.2021.3116235	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 Oka Masamichi, Shinkuma Ryoichi, Sato Takehiro, Oki Eiji, Iwai Takanori, Nihei Koichi, Takahashi Eiji, Kanetomo Dai, Satoda Kozo	4. 巻 21
2. 論文標題 Spatial Feature-Based Prioritization for Transmission of Point Cloud Data in 3D-Image Sensor Networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Sensors Journal	6. 最初と最後の頁 23145 ~ 23161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSEN.2021.3106963	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 KAWABATA Akio, CHATTERJEE Bijoy Chand, OKI Eiji	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 An Optimistic Synchronization Based Optimal Server Selection Scheme for Delay Sensitive Communication Services	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 1277 ~ 1287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3178	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 Li Chongyu, Shinkuma Ryoichi, Sato Takehiro, Oki Eiji	4. 巻 21
2. 論文標題 Real-Time Data Selection and Merging for 3D-Image Sensing Network With Multiple Sensors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Sensors Journal	6. 最初と最後の頁 22058 ~ 22076
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSEN.2021.3102749	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 Kang Rui, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Robust Virtual Network Function Allocation in Service Function Chains With Uncertain Availability Schedule	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 2987 ~ 3005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3076511	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 Zhu Mengfei, He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Optimization Model for Multiple Backup Resource Allocation With Workload-Dependent Failure Probability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 3733 ~ 3752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2021.3079937	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 FUJITA Risa, HE Fujun, OKI Eiji	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Analytical Model of Middlebox Unavailability under Shared Protection Allowing Multiple Backups	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 1147 ~ 1158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3176	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 Chatterjee Bijoy Chand, Wadud Abdul, Oki Eiji	4. 巻 39
2. 論文標題 Proactive Fragmentation Management Scheme Based on Crosstalk-Avoided Batch Processing for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Journal on Selected Areas in Communications	6. 最初と最後の頁 2719 ~ 2733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSAC.2021.3064594	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 該当する

1. 著者名 Chatterjee Bijoy Chand, Wadud Abdul, Ahmed Imran, Oki Eiji	4. 巻 29
2. 論文標題 Priority-Based Inter-Core and Inter-Mode Crosstalk-Avoided Resource Allocation for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Networking	6. 最初と最後の頁 1634 ~ 1647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNET.2021.3068212	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 該当する

1. 著者名 SATO Keiichiro, SHINKUMA Ryoichi, SATO Takehiro, OKI Eiji, IWAI Takanori, ONISHI Takeo, NOBUKIYO Takahiro, KANETOMO Dai, SATODA Kozo	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Creation of Temporal Model for Prioritized Transmission in Predictive Spatial-Monitoring Using Machine Learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 951 ~ 960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3175	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 YANASE Souhei, MASUDA Shuto, HE Fujun, KAWABATA Akio, OKI Eiji	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Heuristic Approach to Distributed Server Allocation with Preventive Start-Time Optimization against Server Failure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 942 ~ 950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3145	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 Hirano Yuki, He Fujun, Sato Takehiro, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Preventive Start-Time Optimization to Determine Link Weights Against Probabilistic Link Failures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 2275 ~ 2293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2020.3045145	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 He Fujun, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Unavailability-Aware Shared Virtual Backup Allocation for Middleboxes: A Queueing Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 2388 ~ 2404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2020.3026218	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 Kang Rui, He Fujun, Sato Takehiro, Oki Eiji	4. 巻 18
2. 論文標題 Virtual Network Function Allocation to Maximize Continuous Available Time of Service Function Chains With Availability Schedule	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Network and Service Management	6. 最初と最後の頁 1556 ~ 1570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSM.2020.3007712	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 KOTACHI Seiki, SATO Takehiro, SHINKUMA Ryoichi, OKI Eiji	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Multicast Routing Model to Minimize Number of Flow Entries in Software-Defined Network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 507 ~ 518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3064	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 Otsu Ryo, Shinkuma Ryoichi, Sato Takehiro, Oki Eiji	4. 巻 9
2. 論文標題 Data-Importance-Aware Bandwidth-Allocation Scheme for Point-Cloud Transmission in Multiple LIDAR Sensors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 65150 ~ 65161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3075275	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 KHOUANGVICHIT Soudalin, OKI Eiji	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Optimization Model for Backup Network Design with Primary and Backup Routing against Multiple Link Failures under Uncertain Traffic Demands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 378 ~ 390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3084	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53件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 53件)

1. 発表者名 A. Kawabata, B.C. Chatterjee, and E. Oki
2. 発表標題 MHND: Multi-Homing Network Design Model for Delay Sensitive Distributed Processing Applications
3. 学会等名 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 V. Kumar, J. Halder, M. Maity, E. Oki, and B.C. Chatterjee
2. 発表標題 XTawVNE: Inter-Core and Inter-Mode Crosstalk-Aware Virtual Network Embedding in Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3. 学会等名 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Zhang, F. He, and E. Oki
2. 発表標題 Availability-Aware Service Provisioning with Backup Sub-chain-enabled Sharing
3. 学会等名 IEEE Globecom 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Sato, S. Kotachi, R. Shinkuma, and E. Oki
2 . 発表標題 Resource Allocation Models for Efficient and Fault-Tolerant Software-defined Networks
3 . 学会等名 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Yokoi, K. Koshiji, T. Matsukawa, T. Miyamura, and E. Oki
2 . 発表標題 Optical Path Design Method for Reducing Maximum Spectrum Slot Number by Selecting Alternative Routes and Using GNPY
3 . 学会等名 Asia Communications and Photonics Conference (ACP 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 M. Zhu and E. Oki
2 . 発表標題 Resource Allocation in Multiple Backup Modes under Reliability Guarantee with Workload-Dependent Failure Probability
3 . 学会等名 IEEE Global Internet (GI) Symposium 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Zhang and E. Oki
2 . 発表標題 Simulated Annealing with Mixed Evaluation Methods for Shared Backup Allocation of Middleboxes
3 . 学会等名 The 13th International Conference on Information and Communication Technology on Convergence (ICTC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Z. Zhang and E. Oki
2 . 発表標題 Joint VNF Scheduling and Deployment: A Dynamic Scenario
3 . 学会等名 The 13th International Conference on Information and Communication Technology on Convergence (ICTC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Takahashi, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Simultaneous Update Model of Multiple Service Function Chains Guaranteeing State Consistency
3 . 学会等名 Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Horimoto and E. Oki
2 . 発表標題 Virtual Network Function Placement Model Considering Both Service Delay and Availability
3 . 学会等名 Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 K. Akahoshi and E. Oki
2 . 発表標題 Service Deployment with Per-Flow-Priority-Based Virtual Network Function Resizing
3 . 学会等名 Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Ueoka, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Crosstalk-Aware Backup Network Design against Probabilistic Link Failures in Multi-Core Fiber Optical Path Network
3 . 学会等名 27th OptoElectronics and Communications Conference/Photonics in Switching and Computing 2022 (OECC/PSC 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 J. Halder, E. Oki, and B.C. Chatterjee
2 . 発表標題 Regenerator-Aware Inter-Core and Inter-Mode Crosstalk-Avoided Resource Allocation for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 23rd IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 V. Kumar, J. Halder, M. Maity, E. Oki, and B.C. Chatterjee
2 . 発表標題 Inter-Core and Inter-Mode Crosstalk-Avoided Virtual Network Embedding in Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 23rd IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 B.C. Chatterjee, I. Ahmed, A. Wadud, M. Maity, and E. Oki
2 . 発表標題 Impact of Counter-Propagation and Bi-Partitioning in Resource Allocation for Crosstalk-Avoided Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 iPOP 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 J. Halder, M. Maity, E. Oki, and B.C. Chatterjee
2 . 発表標題 Resource Allocation Considering Inter-Core and Inter-Mode Crosstalks in Path-Protected Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 iPOP 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Taka, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Service Placement and User Assignment in Multi-Access Edge Computing with Base-Station Failure
3 . 学会等名 IEEE/ACM International Symposium on Quality of Service (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 K. Yokouchi, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Backup Resource Allocation Model with Two-Stage Probabilistic Protection
3 . 学会等名 8th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 N. Kita, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Unavailability-Aware Backup Allocation Model for Middleboxes with Two-Stage Shared Protection
3 . 学会等名 8th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Noda, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Fault-Tolerant Controller Placement Model based on Load-Dependent Sojourn Time in Software-Defined Network
3 . 学会等名 8th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 R. Kang, M. Zhu, and E. Oki
2 . 発表標題 Implementation of Service Function Chain Deployment with Allocation Models in Kubernetes
3 . 学会等名 IEEE INFOCOM 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 J. Halder, M. Maity, E. Oki, and B.C. Chatterjee
2 . 発表標題 Crosstalk and Noise Avoided Resource Allocation Based on Quantum-Key-Distribution for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 IEEE ICC 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 J. Zhang, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Service Deployment on Shared Virtual Network Functions with Flow Partition
3 . 学会等名 IEEE ICC 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Ricker, K. Salehin, Y. Wang, A. Chen, E. Oki, and R. Rojas-Cessa
2 . 発表標題 A Machine Learning Approach to Estimating Queuing Delay on a Router over a Single-Hop Path
3 . 学会等名 IEEE ICC 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 R. Kang, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Resilient Virtual Network Function Allocation with Diversity and Fault Tolerance Considering Dynamic Requests
3 . 学会等名 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 M. Zhu, R. Kang, and E. Oki
2 . 発表標題 Implementation of Real-time Function Deployment with Resource Migration in Kubernetes
3 . 学会等名 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 I. Ahmed, E. Oki, and B.C Chatterjee
2 . 発表標題 Crosstalk-Aware vs. Crosstalk-Avoided Approaches in Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks: Which is the Better Choice?
3 . 学会等名 5th IEEE Workshop on Recent Advances in Photonics (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 M. Zhu, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Robust Function Deployment against Uncertain Recovery Time with Workload-Dependent Failure Probability
3 . 学会等名 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 K. Kono, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Gradual Control Method for Program File Placement in Hierarchical Cloud-Edge Platform
3 . 学会等名 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 A. Kawabata, B.C. Chatterjee, and E. Oki
2 . 発表標題 An Optimistic Synchronization Based Server Selection Scheme with Successive Participation
3 . 学会等名 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Y. Inagaki, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Data Importance Aware Periodic Machine Learning Model Update for Sparse Mobile Crowdsensing
3 . 学会等名 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 A. Kawabata, T. Tojo, B.C. Chatterjee, and E. Oki
2 . 発表標題 An Optimal Allocation Scheme of Database and Application for Delay Sensitive IoT Services
3 . 学会等名 IEEE Globecom 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 N. Kishi, R. Shinkuma, M. Oka, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Multi-Object Tracking for Road Surveillance without Using Features of Image Data
3 . 学会等名 IEEE Globecom 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Akahoshi, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Service Deployment Model with Virtual Network Function Resizing
3 . 学会等名 IEEE Globecom 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 B. Bao, H. Yang, Q. Yao, C. Li, B.C. Chatterjee, E. Oki, and J. Zhang
2 . 発表標題 Link-Oriented Spectrum Resource Balancing for Hybrid Edge/Cloud Elastic Datacenter Optical Networks
3 . 学会等名 Asia Communications and Photonics Conference (ACP 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 B.C. Chatterjee, I. Ahmed, A. Wadud, and E. Oki
2 . 発表標題 A Crosstalk-Avoided Core, Mode, and Spectrum Allocation Scheme Based on Priority for Spectrally-Spatially Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 iPOP 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 T. Sato and E. Oki
2 . 発表標題 Resilient Software-Defined Network Controller Placement Based on Load Distribution
3 . 学会等名 iPOP 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 M. Zhu, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Demonstration of Reliable Resource Management Controller in Kubernetes
3 . 学会等名 iPOP 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 R. Kang, M. Zhu, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Implementation of Virtual Network Function Allocation with Diversity and Redundancy in Kubernetes
3 . 学会等名 IFIP Networking (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 C. Li, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Two-Level Processing Scheme for 3D-Image Sensing Network
3 . 学会等名 IFIP Networking (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 S. Horimoto, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Delay-Aware Backup Resource Allocation with Probabilistic Protection for Network Services
3 . 学会等名 22nd IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 S. Ozaki, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Service Chain Provisioning Model Considering Traffic Amount Changed by Virtualized Network Functions
3 . 学会等名 22nd IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 M. Zhu, R. Kang, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Implementation of Backup Resource Management Controller for Reliable Function Allocation in Kubernetes
3 . 学会等名 7th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 F. He and E. Oki
2 . 発表標題 Robust Virtual Network Function Deployment against Uncertain Traffic Arrival Rates
3 . 学会等名 7th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 T. Korikawa and E. Oki
2 . 発表標題 Memory Network Architecture for Packet Processing in Functions Virtualization
3 . 学会等名 7th IEEE International Conference on Network Softwarization (NetSoft 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 B. Bao, H. Yang, Y. Wan, Q. Yao, A. Yu, J. Zhang, B.C. Chatterjee, and E. Oki
2 . 発表標題 Node-Oriented Traffic Prediction and Scheduling Based on Graph Convolutional Network in Metro Optical Networks
3 . 学会等名 Optical Fiber Communications (OFC) 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 R. Kang, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Resilient Resource Allocation model in Service Function Chains with Diversity and Redundancy
3 . 学会等名 IEEE ICC 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Takeda, T. Sato, B.C. Chatterjee, and E. Oki
2 . 発表標題 Jointly Inter-Core XT and Impairment Aware Lightpath Provisioning in Elastic Optical Networks
3 . 学会等名 IEEE ICC 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y. Zhang, F. He, and E. Oki
2 . 発表標題 Availability-Aware Service Chain Provisioning with Sub-Chain-Enabled Coordinated Protection
3 . 学会等名 IEEE/IFIP International Symposium on Integrated Network (IM 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 E. Oki
2 . 発表標題 Reliable Resource Allocation for Network Function Virtualization
3 . 学会等名 17th International Conference on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2021) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 R. Kang, M. Zhu, F. He, T. Sato, and E. Oki
2 . 発表標題 Design of Scheduler Plugins for Reliable Function Allocation in Kubernetes
3 . 学会等名 17th International Conference on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Zhu, F. He, and E. Oki
2. 発表標題 Load Balancing Model under Multiple Failures with Workload-Dependent Failure Probability
3. 学会等名 17th International Conference on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Ito, F. He, and E. Oki
2. 発表標題 Robust Optimization for Probabilistic Protection with Primary and Backup Allocations under Uncertain Demands
3. 学会等名 17th International Conference on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 佐藤亨 (編著), 石崎敏雄, 岩井誠人, 大木英司, 大橋正良, 菊間信良, 松田浩路	4. 発行年 2021年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 216
3. 書名 工学基礎シリーズ 情報通信工学	

〔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
研究 分担者	佐藤 丈博 (Sato Takehiro) (40793279)	京都大学・情報学研究科・准教授 (14301)	

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