

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：35302

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19793

研究課題名（和文）IoT時代のための実環境の再現に基づくメッシュルータ配置最適化システムの実装

研究課題名（英文）Implementation of mesh router placement optimization system based on reproduction of real environment for IoT age

研究代表者

小田 哲也（Oda, Tetsuya）

岡山理科大学・工学部・講師

研究者番号：30784277

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：IoT時代の実現のために、ユビキタス社会やデジタル田園都市国家構想等の実現を加速させることができるメッシュネットワークの高効率な構築が必要である。メッシュネットワークの通信特性を有効利用することができるネットワーク構築のために、メッシュネットワークの敷設対象自体や、敷設対象における電波伝搬を含めた高精度な実環境の再現が必要不可欠である。本研究では、メッシュルータ配置の実環境の再現手法と、無線センサアクタネットワーク等にメッシュ機構を適用したネットワークアーキテクチャでの配置について研究を推進した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、メッシュルータの配置最適化によってIoTを利活用可能な領域と状況を拡張することで、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」サービスを楽しむことができる真のユビキタス社会の実現化を加速させることにある。

研究成果の概要（英文）：In order to realize the IoT era, it is necessary to construct highly efficient mesh networks that can accelerate the realization of a ubiquitous society and the Digital Rural City State concept. In order to construct a network that can effectively utilize the communication characteristics of a mesh network, it is essential to accurately reproduce the real environment, including the mesh network installation target itself and radio propagation in the installation target. In this research, we studied a method for reproducing the real environment of a mesh router deployment and its deployment in a network architecture that applies the mesh mechanism to wireless sensor-actor networks and other networks.

研究分野：知的ネットワークコンピューティング

キーワード：無線メッシュネットワーク メッシュルータ配置最適化 電波伝搬 ディープラーニング

## 1. 研究開始当初の背景

Internet of Things (IoT)は交通機関、医療等、多数の分野で利活用されており、どこにでもIoTがあるIoT時代の到来が予見できる。IoTを利活用可能な領域を拓けるには、それらを柔軟に接続可能なメッシュネットワーク技術が有効な手段の一つである。メッシュネットワークでは、アクセスポイントであるメッシュルータ同士をマルチホップ無線通信によって接続する。しかし、メッシュルータは配置箇所によって伝送損失、敷設費用等が大きく変化する。

## 2. 研究の目的

本研究では、メッシュルータの敷設対象を Structure from Motion (SfM)によって写真から三次元復元し、Convolutional Neural Network (CNN)によって敷設対象の媒質を判別する。申請者は、先行研究では最適化の演算結果に対して適応的に動作を変えるメタ戦略手法や、電波伝搬の解析を行う、計算量の多いレイトレース法の計算量を削減した手法を提案・開発している。加えて、先行研究で開発したメタ戦略手法とレイトレース法を複合し、メッシュルータの受信電界強度に対して適応的に最適化する手法を開発する。

## 3. 研究の方法

本研究ではメッシュルータの配置最適化を図るが、無線通信で用いる電波伝搬には技術的課題がある。課題の一部として、障害物による伝搬路の遮蔽、構造物等による反射等が存在し、これらを要因とした伝送損失、敷設費用、運用の煩雑さ等の問題が発生する。そのため、メッシュルータは実環境で上記の問題を考慮した配置最適化が必要不可欠である。加えて、配置最適化は施設配置問題に属し、NP 困難問題となる。

上記問題の解決を図る本研究の目標を述べる。SfM と CNN を用いて実環境を再現し、NP 困難問題の最適化が可能な、先述したメタ戦略手法とレイトレース法を複合した手法を開発する。これらを統合し、メッシュルータ配置最適化システムを実装する。

## 4. 研究成果

### (1) 三次元での実環境を想定したメッシュルータ配置最適化

本研究では、壁や床などの材質を推定し、メッシュルータ配置最適化のための電波伝搬に影響を与える材料の媒質定数を考慮した実環境を再現する。そして、再現した実環境に対して、レイトレーシング法を用いた電波伝搬解析に基づく三次元メッシュルータ配置最適化を適用することで、実環境の再現を考慮した三次元メッシュルータ配置最適化を行う。

提案システムでは、実環境を再現する対象となる三次元領域を構成するために、メッシュルータ配置予定地をカメラで撮影する。カメラで撮影して得られた画像データに対して、三次元復元の一手法である Structure from Motion (SfM) を適用することで、三次元領域の点群データを生成する。本研究では、実環境を再現する対象が屋内であるため、屋内の形状を SfM で三次元復元するために、屋内の複数地点をカメラで撮影する。加えて、生成した点群データをシミュレーション環境へ適用させるために、天井や壁等の三次元領域の端部となる点を、目視での手作業で抽出する。

実環境を再現するために、屋内を撮影した画像データに対して、You Only Look Once version 5 (YOLOv5) を用いたメッシュルータの配置予定地の天井や壁等の媒質の有無を認識する。加えて、認識した媒質の材料を推定して、その推定結果を基に媒質定数を決定する。そして、点群データに含まれる媒質の位置に対応する媒質定数をそれぞれ付与することで、実環境を再現した電波伝搬解析が可能となり、シミュレーション環境への適用ができる。

媒質定数が付与された三次元領域を対象として、その三次元領域で生じる電波伝搬経路を、レイトレーシング法に基づいて、幾何光学的に電波伝搬解析する。レイトレーシング法は電波伝搬解析の主要な一手法であり、他の主要な解析手法である Finite-Difference Time-Domain (FDTD) 法と比較して、計算量とメモリ容量が少ない。本研究では、電波伝搬解析をメッシュルータ配置最適化のために用いるが、FDTD 法は必要になる計算量とメモリ容量が多いため、最適化に要する時間が長いことを考慮して、レイトレーシング法を電波伝搬解析の手法として採用している。

再現した実環境に対して、Particle Swarm Optimization (PSO)を適用した三次元のメッシュルータ配置最適化を行う。提案システムで考慮する三次元メッシュルータ配置問題は、(1)WMNのネットワーク接続性を表す指標である Size of Giant Component (SGC)の最大化、(2)メッシュクライアントの受信電界強度の最大化、以上の解決を図る二目的最適化問題である。SGC は、全てのメッシュルータ同士が接続するとき最大となる。ネットワークの安定性を高くするために、SGC の最大化を第一目的関数として、メッシュクライアントの受信電界強度の最大化を第二目的関数とする。図1に、三次元での実環境を想定したメッシュルータ配置最適化の結果を示す。

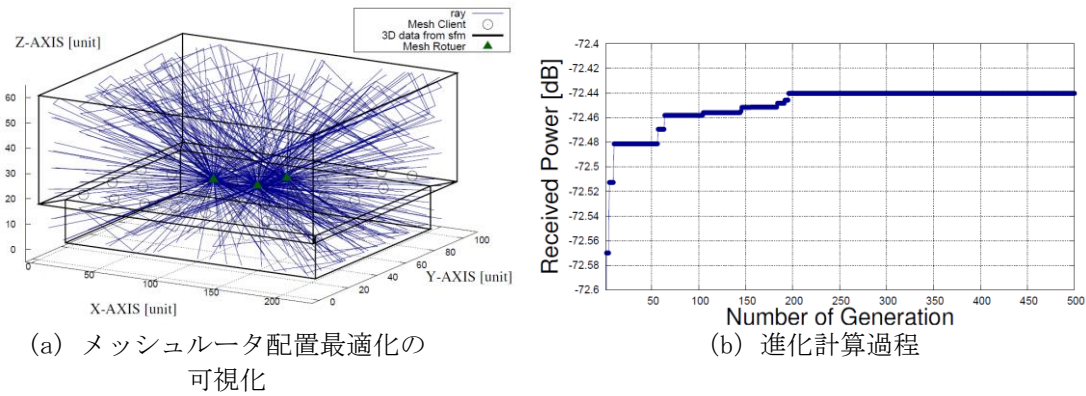


図1 三次元での実環境を想定したメッシュルータ配置最適化のシミュレーション結果

## (2) 二次元でのメッシュルータ配置最適化

本研究では、三次元でのメッシュルータ配置最適化だけでなく、避難時等の災害環境を想定したメッシュルータ配置最適化に関する研究も推進した。二次元のメッシュルータ配置最適化の方法として、Coverage Construction Method (CCM)、CCM-based Simulated Annealing (SA)、Clustering-Delaunay Edge and CCM-based SA (CL-DECCM-SA)について検討を行った。図2は、二次元の地図上でメッシュルータ配置最適化を行った結果である。

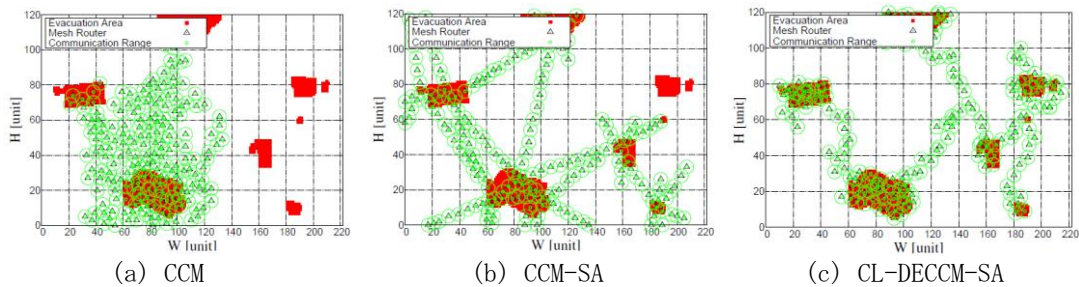


図2 二次元のメッシュルータ配置最適化のシミュレーション結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

|                                                                                                                                                |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Oda Tetsuya                                                                                                                          | 4. 巻<br>23                |
| 2. 論文標題<br>A Delaunay Edges and Simulated Annealing-Based Integrated Approach for Mesh Router Placement Optimization in Wireless Mesh Networks | 5. 発行年<br>2023年           |
| 3. 雑誌名<br>Sensors                                                                                                                              | 6. 最初と最後の頁<br>1050 ~ 1050 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.3390/s23031050                                                                                                   | 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64件（うち招待講演 1件／うち国際学会 63件）

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Masahiro Niihara, Yuma Yamashita, Chihiro Yukawa, Kyouhei Toyosima, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2. 発表標題<br>An Integrated System for Vibration Suppression Using Fuzzy Control and 2D-LiDAR                              |
| 3. 学会等名<br>AINA-2023（国際学会）                                                                                              |
| 4. 発表年<br>2023年                                                                                                         |

|                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Genki Moriya, Sora Asada, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2. 発表標題<br>A Fuzzy Inference and Posture Detection Based Soldering Motion Monitoring System                     |
| 3. 学会等名<br>AINA-2023（国際学会）                                                                                      |
| 4. 発表年<br>2023年                                                                                                 |

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Masahiro Niihara, Yuma Yamashita, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2. 発表標題<br>An Anomaly Detection System for Intelligent Robot Vision Using LSTM                                          |
| 3. 学会等名<br>AINA-2023（国際学会）                                                                                              |
| 4. 発表年<br>2023年                                                                                                         |

|                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuki Nagai , Tetsuya Oda, Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Kei Tabuchi , Tomoaki Matsui , Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>A Triangulation Based Water Level Measuring System for a Water Reservoir Tank                              |
| 3 . 学会等名<br>AINA-2023 ( 国際学会 )                                                                                         |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                       |

|                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Aoto Hirata, Yuki Nagai , Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                       |
| 2 . 発表標題<br>CL-DECCM-SA: A Cluster-based Delaunay Edge and Simulated Annealing Approach for Optimization of Mesh Routers Placement in WMNs |
| 3 . 学会等名<br>AINA-2023 ( 国際学会 )                                                                                                             |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                                           |

|                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuki Nagai , Aoto Hirata, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                |
| 2 . 発表標題<br>Experimental Results of a Wireless Sensor Network Testbed for Monitoring a Water Reservoir Tank Considering Multi-flows |
| 3 . 学会等名<br>EIDWT-2023 ( 国際学会 )                                                                                                     |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                                    |

|                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai , Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                          |
| 2 . 発表標題<br>A Depth Camera Based Soldering Motion Analysis System for Attention Posture Detection Considering Body Orientation |
| 3 . 学会等名<br>EIDWT-2023 ( 国際学会 )                                                                                                |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                               |

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Chihiro Yukawa, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Effect of Lighting of Metal Surface by Different Colors for an Intelligent Robotic Vision System      |
| 3 . 学会等名<br>EIDWT-2023 ( 国際学会 )                                                                                   |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                  |

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Genki Moriya, Kyohei Toyoshima, Nobuki Saito, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>A Real-time Volume Control System for Electric Guitars Based on Fuzzy Inference                        |
| 3 . 学会等名<br>3PGCIC-2023 ( 国際学会 )                                                                                   |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                   |

|                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Analysis of a Soldering Motion for Dozing State and Attention Posture Detection                           |
| 3 . 学会等名<br>3PGCIC-2023 ( 国際学会 )                                                                                      |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                      |

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kuya Shintani, Nobuki Saito, Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Elis Kulla, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Implementation of an Electronic Bulletin Board Application for a Raspberry Pi Based DTN Testbed         |
| 3 . 学会等名<br>3PGCIC-2023 ( 国際学会 )                                                                                    |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                    |

|                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kazune Hayashi, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                         |
| 2 . 発表標題<br>A Fuzzy Control Based Cluster-Head Selection and CNN Distributed Processing System for Improving Performance of Computers with Limited Resources |
| 3 . 学会等名<br>3PGCIC-2023 ( 国際学会 )                                                                                                                             |
| 4 . 発表年<br>2023年                                                                                                                                             |

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Shota Iiyama, Tetsuya Oda, Masaharu Hirota                                              |
| 2 . 発表標題<br>SESA: Fast Trajectory Compression Method Using Sub-trajectories Segmented by Stay Areas |
| 3 . 学会等名<br>ADMA-2022 ( 国際学会 )                                                                      |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                    |

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Sora Asada, Kyohei Toyoshima, Aoto Hirata, Yuki Nagai, Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Leonard Barolli     |
| 2 . 発表標題<br>A Simulated Annealing Based Simulation System for Optimization of Wild Deer Damage Prevention Devices |
| 3 . 学会等名<br>BWCCA-2022 ( 国際学会 )                                                                                   |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                  |

|                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kei Tabuchi, Kyohei Toyoshima, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli  |
| 2 . 発表標題<br>A Fuzzy-Based System for Estimation of Landslide Disasters Risk Considering Digital Elevation Model |
| 3 . 学会等名<br>BWCCA-2022 ( 国際学会 )                                                                                 |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                |

|                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuma Yamashita, Nobuki Saito, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Kengo Katayama, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>A Simulation System for Mobility Control of Swarm Drones to Provide Wireless Mesh Network Services           |
| 3 . 学会等名<br>BWCCA-2022 ( 国際学会 )                                                                                          |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                         |

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Chihiro Yukawa, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Design of an Intelligent Robotic Vision System for Optimization of Robot Arm Movement                 |
| 3 . 学会等名<br>BWCCA-2022 ( 国際学会 )                                                                                   |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                  |

|                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Masahiro Niihara, Nobuki Saito, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Masaharu Hirota, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>A Transportation Routing Method Based on A* Algorithm and Hill Climbing for Swarm Robots in WLAN Environment    |
| 3 . 学会等名<br>BWCCA-2022 ( 国際学会 )                                                                                             |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                            |

|                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Yuki Nagai, Tomoya Yasunaga, Nobuki Saito, Kengo Katayama, Leonard Barolli            |
| 2 . 発表標題<br>A New Method for Optimization of Number of Mesh Routers and Improving Cost Efficiency in Wireless Mesh Networks |
| 3 . 学会等名<br>CISIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                             |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                            |

|                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Aoto Hirata, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>A Wireless Sensor Network Testbed for Monitoring a Water Reservoir Tank: Experimental Results of Delay   |
| 3 . 学会等名<br>CISIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                      |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                     |

|                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Masahiro Niihara, Nobuki Saito, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Tetsuya Oda |
| 2 . 発表標題<br>Proposal of a Transportation Routing Method for Swarm Robots in WLAN Environment.              |
| 3 . 学会等名<br>IEEE GCCE-2022 ( 国際学会 )                                                                        |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                           |

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Tomoaki Matsui, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Kyohei Toyoshima, Aoto Hirata, Tetsuya Oda    |
| 2 . 発表標題<br>FPGA Implementation of a Interval Type-2 Fuzzy Inference Based Wildfire Monitoring System |
| 3 . 学会等名<br>IEEE GCCE-2022 ( 国際学会 )                                                                   |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                      |

|                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Kei Tabuchi, Yuki Nagai, Chihiro Yukawa, Tomoaki Matsui, Nobuki Saito, Tetsuya Oda |
| 2 . 発表標題<br>Proposal of a Fuzzy Reasoning Based Landslide Disaster Risk Estimation System      |
| 3 . 学会等名<br>IEEE GCCE-2022 ( 国際学会 )                                                            |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                               |

|                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Genki Moriya, Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Tomoya Yasunaga, Tetsuya Oda |
| 2 . 発表標題<br>A Web Streaming System for Electric Guitar and Its Improving QoS Based on Fuzzy Control  |
| 3 . 学会等名<br>IEEE GCCE-2022 ( 国際学会 )                                                                  |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                     |

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Shun Ito, Kazuho Kanahara, Tetsuya Oda, Kengo Katayama                   |
| 2 . 発表標題<br>An Extended NEH based Method for Permutation Flowshop Scheduling Problem |
| 3 . 学会等名<br>ICCCM-2022 ( 国際学会 )                                                      |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                     |

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Tomoya Yasunaga, Tetsuya Oda, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Chihiro Yukawa, Kengo Katayama, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>An Indicate System for Danger Detection and Its Soldering Motion Analysis                                   |
| 3 . 学会等名<br>IMIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                          |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                        |

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Aoto Hirata, Leonard Barolli             |
| 2 . 発表標題<br>A Movement Adjustment Method for LiDAR Based Mobile Area Decision: Improving Control for AAV Mobility |
| 3 . 学会等名<br>IMIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                    |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                  |

|          |                                                                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Tomoya Yasunaga, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Nobuki Saito, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題 | Design and Implementation of a Haptics Based Soldering Education System                                   |
| 3 . 学会等名 | IMIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                        |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                     |

|          |                                                                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Tomoya Yasunaga, Chiaki Ueda, Leonard Barolli                            |
| 2 . 発表標題 | An Intelligent Robot Vision System for Recognizing Micro-roughness on Arbitrary Surfaces: Experimental Result for Different Methods |
| 3 . 学会等名 | IMIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                                                  |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                                               |

|          |                                                                                                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Nobuki Saito, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                                  |
| 2 . 発表標題 | A Movement Adjustment Method for DQN-Based Autonomous Aerial Vehicle Mobility: Performance Evaluation of AAV Mobility Control Method in Corner Environment |
| 3 . 学会等名 | INCoS-2022 ( 国際学会 )                                                                                                                                        |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                                                                      |

|          |                                                                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Yuki Nagai, Chihiro Yukawa, Tomoaki Matsui, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                 |
| 2 . 発表標題 | Experimental Results of a Haptics Based Soldering Education System: A Comparison Study of RNN and LSTM for Detection of Dangerous Movements |
| 3 . 学会等名 | INCoS-2022 ( 国際学会 )                                                                                                                         |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                                                       |

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Tomoya Yasunaga, Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Yuki Nagai, Tomoaki Matsui, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Soldering Danger Detection System Using a Line-of-Sight Estimation                                          |
| 3 . 学会等名<br>NBIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                          |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                        |

|                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Aoto Hirata, Yuki Nagai, Tomoya Yasunaga, Kyohei Toyoshima, Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題<br>Improvement of NMR-Reduction Method by Local Search for Optimization of Number of Mesh Routers in WMNs   |
| 3 . 学会等名<br>NBIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                       |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Chihiro Yukawa, Nobuki Saito, Tomoya Yasunaga, Yuki Nagai, Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                                        |
| 2 . 発表標題<br>Evaluation of a Fuzzy-Based Robotic Vision System for Recognizing Micro-roughness on Arbitrary Surfaces: A Comparison Study for Vibration Reduction of Robot Arm |
| 3 . 学会等名<br>NBIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                                                                               |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuki Nagai, Aoto Hirata, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tomoya Yasunaga, Tetsuya Oda, Leonard Barolli                                  |
| 2 . 発表標題<br>A Wireless Sensor Network Testbed for Monitoring a Water Reservoir Tank: Experimental Results of Delay and Temperature Prediction by LSTM |
| 3 . 学会等名<br>NBIS-2022 ( 国際学会 )                                                                                                                        |
| 4 . 発表年<br>2022年                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                                        |
| Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Tomoya Yasunaga, Kengo Katayama, Leonard Barolli                            |
| 2 . 発表標題                                                                                                                        |
| A Voronoi Edge and CCM-Based SA Approach for Mesh Router Placement Optimization in WMNs: A Comparison Study for Different Edges |
| 3 . 学会等名                                                                                                                        |
| AINA-2022 ( 国際学会 )                                                                                                              |
| 4 . 発表年                                                                                                                         |
| 2022年                                                                                                                           |

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                      |
| Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Chihiro Yukawa, Kyohei Toyoshima, Tomoaki Matsui, Leonard Barolli     |
| 2 . 発表標題                                                                                                      |
| Performance Evaluation of a DQN-Based Autonomous Aerial Vehicle Mobility Control Method in Corner Environment |
| 3 . 学会等名                                                                                                      |
| AINA-2022 ( 国際学会 )                                                                                            |
| 4 . 発表年                                                                                                       |
| 2022年                                                                                                         |

|                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                 |
| Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Tomoya Yasunaga, Chihiro Yukawa, Aoto Hirata, Nobuki Saito, Leonard Barolli     |
| 2 . 発表標題                                                                                                 |
| A River Monitoring and Predicting System Considering a Wireless Sensor Fusion Network and LSTM           |
| 3 . 学会等名                                                                                                 |
| The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年                                                                                                  |
| 2022年                                                                                                    |

|                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                   |
| Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Chihiro Yukawa, Tomoya Yasunaga, Aoto Hirata, Nobuki Saito, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題                                                                                                   |
| Performance Evaluation of a Soldering Training System Based on Haptics                                     |
| 3 . 学会等名                                                                                                   |
| The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 )   |
| 4 . 発表年                                                                                                    |
| 2022年                                                                                                      |

|          |                                                                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Tomoya Yasunaga, Kengo Katayama, Leonard Barolli                                                  |
| 2 . 発表標題 | A Delaunay Edge and CCM-Based SA Approach for Mesh Router Placement Optimization in WMN: A Case Study for Evacuation Area in Okayama City |
| 3 . 学会等名 | The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 )                                  |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                                                     |

|          |                                                                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Tomoaki Matusi, Tetsuya Oda, Chihiro Yukawa, Tomoya Yasunaga, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Leonard Barolli |
| 2 . 発表標題 | FPGA Implementation of a Interval Type-2 Fuzzy Inference for Quadrotor Attitude Control                  |
| 3 . 学会等名 | The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                    |

|          |                                                                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Tomoya Yasunaga, Kyohei Toyoshima, Kengo Katayama |
| 2 . 発表標題 | Design of a Robot Vision System for Microconvex Recognition                                               |
| 3 . 学会等名 | The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 )  |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                     |

|          |                                                                                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Chihiro Yukawa, Masaharu Hirota, Leonard Barolli                                                      |
| 2 . 発表標題 | Performance Evaluation of a DQN-Based Autonomous Aerial Vehicle Mobility Control Method in an Indoor Single-Path Environment with a Staircase |
| 3 . 学会等名 | The 10-th International Conference on Emerging Internet, Data and Web Technologies (EIDWT-2022) ( 国際学会 )                                      |
| 4 . 発表年  | 2022年                                                                                                                                         |

|                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                       |
| Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Chihiro Yukawa, Elis Kulla, Leonard Barolli                            |
| 2 . 発表標題                                                                                                       |
| A LiDAR Based Mobile Area Decision Method for TLS-DQN: Improving Control for AAV Mobility                      |
| 3 . 学会等名                                                                                                       |
| The 16-th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC-2021) ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年                                                                                                        |
| 2021年                                                                                                          |

|                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                                     |
| Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Tomoya Yasunaga, Kengo Katayama, Leonard Barolli                                     |
| 2 . 発表標題                                                                                                                     |
| A Simulation System for Mesh Router Placement in WMNs Considering Coverage Construction Method and Simulated Annealing       |
| 3 . 学会等名                                                                                                                     |
| The 16-th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA-2022) ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年                                                                                                                      |
| 2021年                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                                                                                                                                         |
| Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Masaharu Hirota, Kengo Katayama, Leonard Barolli                                                                                                             |
| 2 . 発表標題                                                                                                                                                                                                         |
| A Coverage Construction and Hill Climbing Approach for Mesh Router Placement Optimization: Simulation Results for Different Number of Mesh Routers and Instances Considering Normal Distribution of Mesh Clients |
| 3 . 学会等名                                                                                                                                                                                                         |
| The 15-th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS-2021) ( 国際学会 )                                                                                                 |
| 4 . 発表年                                                                                                                                                                                                          |
| 2021年                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名                                                                                  |
| Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama |
| 2 . 発表標題                                                                                  |
| Proposal of a Haptics and LSTM Based Soldering Motion Analysis System                     |
| 3 . 学会等名                                                                                  |
| The IEEE 10-th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE-2021) ( 国際学会 )        |
| 4 . 発表年                                                                                   |
| 2021年                                                                                     |

|                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Yuki Nagai, Masaharu Hirota |
| 2 . 発表標題<br>Proposal of a LiDAR SLAM Based Imaging Method for SfM                                 |
| 3 . 学会等名<br>The IEEE 10-th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE-2021) ( 国際学会 )    |
| 4 . 発表年<br>2021年                                                                                  |

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Tomoaki Matsui, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama |
| 2 . 発表標題<br>FPGA Implementation of a Fuzzy Inference Based Quadrotor Attitude Control System        |
| 3 . 学会等名<br>The IEEE 10-th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE-2021) ( 国際学会 )      |
| 4 . 発表年<br>2021年                                                                                    |

|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Kengo Katayama, Masaharu Hirota |
| 2 . 発表標題<br>Proposal of a Semi-automatic Graph Generation System for Raster Map                 |
| 3 . 学会等名<br>The IEEE 10-th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE-2021) ( 国際学会 )  |
| 4 . 発表年<br>2021年                                                                                |

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Kengo Katayama: |
| 2 . 発表標題<br>Design of a Fuzzy Inference Based Robot Vision for CNN Training Image Acquisition         |
| 3 . 学会等名<br>The IEEE 10-th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE-2021) ( 国際学会 )        |
| 4 . 発表年<br>2021年                                                                                      |

|          |                                                                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Masaharu Hirota, Leonard Barolli                               |
| 2 . 発表標題 | Simulation Results of a DQN Based AAV Testbed in Corner Environment: A Comparison Study for Normal DQN and TLS-DQN       |
| 3 . 学会等名 | The 15-th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS-2021) (国際学会) |
| 4 . 発表年  | 2021年                                                                                                                    |

|          |                                                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Masaharu Hirota, Leonard Barolli                 |
| 2 . 発表標題 | A Movement Adjustment Method for DQN-Based Autonomous Aerial Vehicle                                       |
| 3 . 学会等名 | The 13-th International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS-2021) (国際学会) |
| 4 . 発表年  | 2021年                                                                                                      |

|          |                                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Masaharu Hirota, Tetsuya Oda                                                                  |
| 2 . 発表標題 | An Approach of Trajectory Clustering Using Distributed Representation of User Movement        |
| 3 . 学会等名 | The IEEE 3-rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (IEEE LifeTech-2021) (国際学会) |
| 4 . 発表年  | 2021年                                                                                         |

|          |                                                                                                                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名 | Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Kyohei Toyoshima, Leonard Barolli                                                                                 |
| 2 . 発表標題 | A CCM-Based HC System for Mesh Router Placement Optimization: A Comparison Study for Different Instances Considering Normal and Uniform Distributions of Mesh Clients |
| 3 . 学会等名 | The 24-th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2021) (国際学会)                                                                            |
| 4 . 発表年  | 2021年                                                                                                                                                                 |

|                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| 1．発表者名<br>小田 哲也                                                |
| 2．発表標題<br>メッシュネットワークのルータ配置                                     |
| 3．学会等名<br>おかやまAI・セキュアIoT共創コンソーシアム (OASIS) 令和3年度第二回情報交換会 (招待講演) |
| 4．発表年<br>2021年                                                 |

|                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1．発表者名<br>Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Masaharu Hirota, Kengo Katayama                                                   |
| 2．発表標題<br>Simulation Results of CCM Based HC for Mesh Router Placement Optimization Considering Two Islands Model of Mesh Clients Distributions |
| 3．学会等名<br>The 9-th International Conference on Emerging Internet, Data & Web Technologies (国際学会)                                                |
| 4．発表年<br>2021年                                                                                                                                  |

|                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1．発表者名<br>Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Yuki Nagai, Masaharu Hirota, Kengo Katayama    |
| 2．発表標題<br>Proposal and Evaluation of a Tabu List Based DQN for AAV Mobility                      |
| 3．学会等名<br>The 9-th International Conference on Emerging Internet, Data & Web Technologies (国際学会) |
| 4．発表年<br>2021年                                                                                   |

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1．発表者名<br>Keisuke Takano, Tetsuya Oda, Ryo Ozaki, Akira Uejima, Masaki Kohata                                           |
| 2．発表標題<br>Implementation of Process Migration Method for PC-FPGA Hybrid System                                          |
| 3．学会等名<br>The 15-th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (国際学会) |
| 4．発表年<br>2020年                                                                                                          |

|                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Yuto Hirota, Masaharu Hirota, Kengo Katayama                            |
| 2 . 発表標題<br>Design and Implementation of a DQN Based AAV                                                                    |
| 3 . 学会等名<br>The 15-th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                                            |

|                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Masaharu Hirota, Kengo Katayama                                         |
| 2 . 発表標題<br>A Coverage Construction Method Based Hill Climbing Approach for Mesh Router Placement Optimization              |
| 3 . 学会等名<br>The 15-th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications ( 国際学会 ) |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                                            |

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Keisuke Takano, Tetsuya Oda, Masaki Kohata                                                        |
| 2 . 発表標題<br>Approach of a Coding Conventions for Warning and Suggestion in Transpiler for Rust Convert to RTL |
| 3 . 学会等名<br>IEEE 9-th Global Conference on Consumer Electronics ( 国際学会 )                                      |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                              |

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Takafumi Miyake, Kengo Katayama, Kazuho Kanahara, Tetsuya Oda                             |
| 2 . 発表標題<br>Applying a Local Search for the Uncapacitated p-Median Problem to the Capacitated Problem |
| 3 . 学会等名<br>IEEE 9-th Global Conference on Consumer Electronics ( 国際学会 )                              |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                      |

|                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Kazuho Kanahara, Masaharu Hirota, Kengo Katayama  |
| 2. 発表標題<br>Approach of a Solution Construction Method for Mesh Router Placement Optimization Problem |
| 3. 学会等名<br>IEEE 9-th Global Conference on Consumer Electronics (国際学会)                                |
| 4. 発表年<br>2020年                                                                                      |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| researchmap<br><a href="https://researchmap.jp/tetsuyaoda">https://researchmap.jp/tetsuyaoda</a> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 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 |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|