

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：16201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14682

研究課題名(和文) 自律分散ロボット制御のための適応無線アクセス技術の構築

研究課題名(英文) Advanced wireless network for autonomous robot controls

研究代表者

石井 光治 (Ishii, Koji)

香川大学・創造工学部・准教授

研究者番号：50403770

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：第4次産業革命またはSociety 5.0の実現において、ロボットの遠隔制御、自律分散制御のための効率的な無線通信が必要不可欠である。本研究は、複数の機器(ロボット)が協力・協調して、1つの目的(タスク)を達成する協調制御において、ロボット制御に用いる情報を利用した自律分散無線アクセス方法を確立し、高精度、高品質な制御を保障する無線通信システムに関する研究を行った。具体的には、自身の制御状態と周りの(通信可能な)機器の制御状態を基に無線を適応制御し、さらには、無線通信方式と制御則との統合的な設計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ロボットの遠隔制御、自律分散制御を高信頼に実現するためには、ロボット間のネットワークが重要であり、つまり高信頼かつ高効率な無線通信技術が重要となる。本研究では、ロボットを高信頼に制御することに主眼をおいた無線通信の研究を行った。具体的には、自律分散的に通信、制御される協調ロボット群システムにおいて、各ロボットの効率的な通信の設計、さらにはより複雑な通信における通信と制御との統合的な設計を行った。

研究成果の概要(英文)：To realize Industry 4.0 and Society 5.0, advanced wireless communication systems should be further evolved. One of the key technologies in Society 5.0 (Industry 4.0) is wireless controlled robotic systems such as remote controlled robots and/or autonomously controlled robots. The aim of this project is to provide an efficient wireless access scheme for realizing robust and reliable autonomous robotic systems. Different from the conventional design of wireless systems, the wireless systems provided by this work considers not only its wireless state i.e., wireless topology, but also the control states of its own and neighbor robots.

研究分野：無線通信

キーワード：無線通信 自律分散型ロボット 無線アクセス方式 モデル予測制御 機械学習

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 労働力減少や少子高齢化社会への対策、さらには我が国が世界をリードするための技術として、ロボット技術の発展が求められている。平成 27 年に経済産業省が「ロボット新戦略」を打ち出し、総務省が平成 27 年に「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」、平成 25 年に「災害対応ロボット・機器向け通信システムの技術的条件」を陸上無線通信委員会で議論を開始した。これより、高度ロボット技術実現のためには高信頼な無線が必要不可欠である。

(2) 制御への無線応用は省配線化や動体機器制御、遠隔制御等の多くのメリットがあるにも関わらず、現状は有線通信に基づく機器制御が多数である。これは、有線通信と比較して、無線通信は通信エラーや通信容量などの無線通信に起因する制約を考慮した制御設計が不十分であることが理由である。また、通信においても大容量かつ高信頼な通信ではなく、制御則、制御品質を考慮した通信プロトコルの設計など、機器制御のための通信が求められている。

(3) 近年、通信エラーや通信遅延が制御に与える影響や通信エラーを不確定性要素として制御に取り入れる制御系の研究がなされている。一方、制御のための無線通信設計という通信系の研究も活発に議論されるようになってきた。一方、制御理論では、複数の機器が協力し 1 つの目的(例えば自動車の並列走行など)を達成する協調制御が注目されている。協調制御では、個は周りの機器と無線ネットワークを介して接続し、その接続された機器からの情報のみを用いて自律分散的に自身を制御する。しかし、制御理論で議論されているネットワークは、無線通信の特徴や制約(通信エラー、通信範囲制約、マルチユーザ干渉、通信遅延等)を十分考慮した設計になっていない。例えば、複数の車が車列を自律分散的に成す制御を行う場合において、通信ネットワークは各機器の初期位置に依って形成され、その後機器の移動があるにも関わらず固定されている。本技術を実現するためには、通信ネットワークトポロジの変化や干渉、リンク切れなどを考慮した場合の特性評価、通信の特徴を考慮した制御設計、または、制御を保証するための通信設計が必要不可欠である。

### 2. 研究の目的

産業省が打ち出したロボット新戦略において、ロボットの遠隔制御、自律分散制御のための効率的な無線通信が必要不可欠である。本研究は、複数の機器(ロボット)が協力・協調して、1 つの目的(タスク)を達成する協調制御において、ロボット制御に用いる情報を利用した自律分散無線アクセス方法を確立し、高精度、高品質な制御を保証する。具体的には、自身の制御状態と周りの(通信可能な)機器の制御状態を基に無線を適応制御する。申請者は、すでに無線通信範囲制約を考慮した場合の制御品質、制御制度に関して解析した。そこで本研究では、Slotted-Aloha 方式と CSMA 方式を基に、各機器が自身と隣接機器の制御状態を考慮した自律分散的制御に拡張する。さらに発展的に、マルチホップ通信の導入、無線通信方式と制御則との統合的な設計を行うことを目的とする。

### 3. 研究の方法

本研究の目的は、各機器の制御状態に基づき、適応的に通信パラメタを変える自律分散無線アクセス方式を検討し、従来の無線 LAN で使用されている CSMA を適用した場合と比較して、制御

の品質、精度を 10 倍、収束速度を 3 倍に向上させることである。複数機器の協調制御は、ロボット技術の高度化に必要不可欠であり、制御に則した無線技術、また、制御則と無線通信技術との統合的な設計はオリジナリティが高く、その成果は社会的にも学術的にも重要と考えられる。研究方法に関しては、以下に分類して述べる。

(1) 制御状態に応じて、適応的に呼の発生確率を変化させる Slotted-Aloha

合意形成制御は、情報交換できる機器と自身の制御状態のみを用いて、自律分散的に全体で最適な(目的を達成する)制御を行った。通信ネットワークが全域木を持つことで制御の収束を保証できるが、いつ、誰(どの機器)と情報交換するかに依存して、ネットワークが分断し、制御の収束を保証できない。また、効率的に情報交換することで収束までの速さを高速化することも可能である。そこで、本研究では、各機器が、呼の生起確率を自身の制御状態、隣接する制御状態、前回の送信タイミングを基に自律的に変更させた。これにより、制御機器が密に位置する場合、疎に位置する場合だけでなく、自身の制御を成功させるように無線を設計した。

(2) 制御状態を基に適応的パラメタ可変型 CSMA-CA の構築

方法(1)と同様に制御品質に応じて、呼を生起、つまりバックオフ時間を適応的に制御することで、制御品質の向上、収束の高速化を図った。

従来の無線 LAN のような多対 1 通信だけでなく、協調制御では、より多くの機器に自身の情報を送ることで制御品質を改善できるため、RTC/CTS や ACK など再構成することが不可欠である。具体的には、どのエージェントが近くにいるのか(隣接エージェントなのか)が不明なため、UDP ベースのプロトコルを設計した。また、制御状態に応じて、通信リンクの重要度が変化することに着目し、自身と周りの制御状態に応じてバックオフなどを変化させることで、制御機器全体として効率的に通信リンクを自律分散的に構築した。

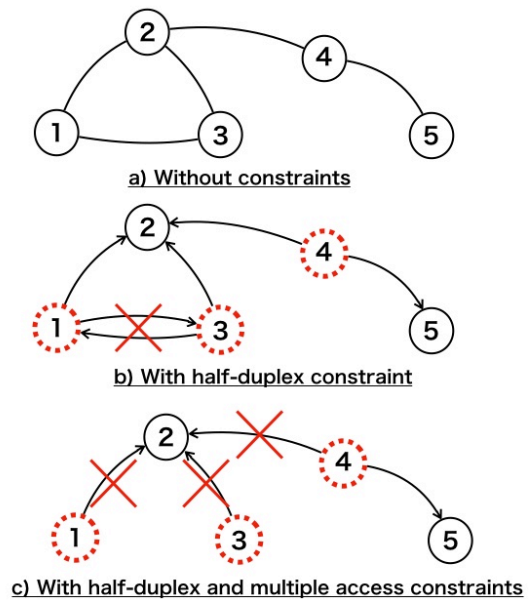


図 1 通信制約を考慮した協調制御

(3) 協調通信と自律分散電力制御による高信頼化と省電力化

マルチホップ通信技術を導入し、制御状態に基づく MAC 層の再構築と、自律分散的な送信電力制御による干渉抑圧、省電力化を図る。特に省電力化効果、干渉抑圧性能と制御精度とのトレードオフ関係を明確にし、目的の制御品質を満たしつつ、省電力化した。

(4) 制御則と通信との統合的な設計

無線の設計だけでなく、制御則に無線通信の特徴を組み込み、無線と制御との統合的な設計に基づいて、制御の高品質化、高速化を図った。特にマルチホップ通信を導入した場合の効率的な制御則に関して研究した。マルチホップ通信を用いた無線制御のための通信リンク信頼度を考慮したルーティング/制御入力同時最適化を行った。

4. 研究成果

(1) 制御状態に応じて適応的に呼の生起確率を変化させる Slotted-ALOHA

本研究は、複数のロボット(エージェントと呼ぶ)が協力して1つの目的を遂行する協調制御における通信プロトコル最適化を行なっている。着目している協調制御は、各エージェントの位

置を一致(合意)させることを目的にしている。そのため、各時点で通信ネットワークトポロジが変化する。従来の協調制御では、通信リンクは固定であり、無線通信特有の通信距離制約や半二重通信制約、マルチプルアクセス制約などが検討されていなかった。そこで本研究では、図1に示すように無線通信制約を考慮し、特にマルチプルアクセス制限を効率的に緩和するための通信プロトコルをSlotted-ALOHAを基に設計した。

具体的には、自身の隣接エージェント数、また隣接エージェント数を考慮して、呼の生起確率

を制御することで、効率的に通信ができ、その結果、制御特性(収束性)を向上させることが可能であることを示した。図2に提案手法を用いた場合におけるスループット特性を示した。協調制御では、時点において隣接エージェントが変化する。提案手法は、エージェントが密の場合や疎の場合の通信において、適応的に呼生起確率を変化させることで柔軟に通信を確立でき、その結果、常に高いネットワークスループットを実現できていることが示された。それにより、高信頼かつ高速な協調制御特性を実現することに成功した。

(2) 通信リンク信頼度を考慮したマルチホップ通信を用いた無線制御のルーティング・制御入力同時最適化

本研究は、複数の制御器がマルチホップ通信路を介して複数の制御対象を制御するマルチホップ制御ネットワークが提案した。マルチホップ制御ネットワークでは、使用する通信ルートに依存してホップ数が異なるため、制御器から制御対象までの通信遅延が異なる。そのため制御器は、使用する通信ルートと制御入力を同時に決定する必要がある。これらの問題に対して、有限時間区間、具体的にマルチホップ通信の最大ホップ(遅延)時間を定めることでモデル予測制御を適用し、ルートと制御入力を最適化する手法が提案されている。しかしマルチホップ通信ネットワークでは、ルートに依存して通信信頼度が異なるため、ホップ数が少なくても信頼度の低いルートを選択するなどが考えられる。そこで本研究では、通信ルートの信頼度とホップ数を考慮したマルチホップ制御ネットワークを提案する。シミュレーションより、通信誤り率を考慮してルートと制御入力を最適化する提案手法が、確率的に通信誤りが発生するマルチホップ通信路において、よりロバストな制御を実現することを示した。

具体的には図3に示すマルチホップ通信で構成された制御システムにおいて、マルチホップ

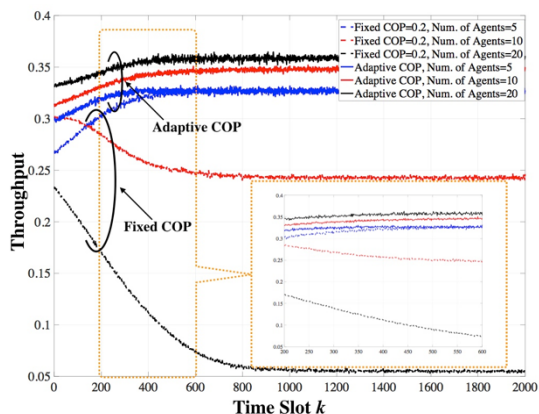


図2 提案した適応呼生起確率型 Slotted-ALOHA のスループット特性

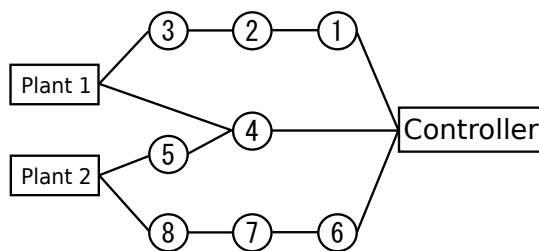


図3 マルチホップ制御

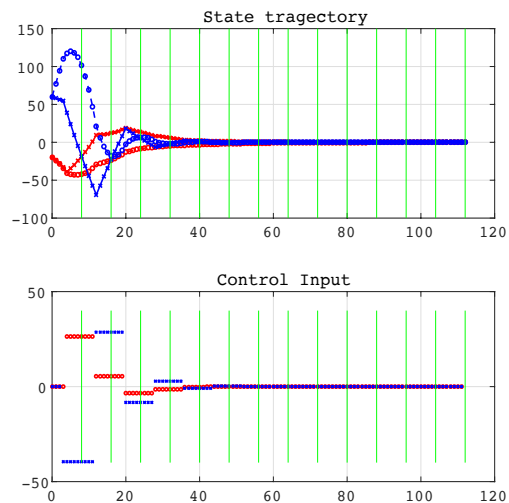


図4 通信誤りが発生した場合の制御特性

通信に利用するルーティングとそれに対応した制御入力との同時最適化を行った。特に着目する点は、通信経路に応じて通信に必要な時間が異なることと経路に応じて通信信頼度が異なることを考慮した同時最適化である。これにより、通信誤りが発生した場合でも高信頼な制御を実現できることを示した。図4に図3で示したマルチホップ通信を用いた制御に関して示す。スペースの関係で詳細は省略するが、通信の信頼度を考慮してルーティング、制御入力を設計しているため、通信誤りが発生した場合においても柔軟に制御が行えることを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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>ISHII Koji  | 4. 巻<br>E103.A          |
| 2. 論文標題<br>Slotted-ALOHA Based Average Consensus Problem with Adaptive Call-Occurrence Probability                                  | 5. 発行年<br>2020年         |
| 3. 雑誌名<br>IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences                                   | 6. 最初と最後の頁<br>613 ~ 622 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br><a href="https://doi.org/10.1587/transfun.2019EAP1137">https://doi.org/10.1587/transfun.2019EAP1137</a> | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難  | 国際共著<br>-               |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Onishi Kenta, Ishii Koji  | 4. 巻<br>30              |
| 2. 論文標題<br>Transmission Power Control for Power-Saving in Consensus Problem   | 5. 発行年<br>2017年         |
| 3. 雑誌名<br>Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers                               | 6. 最初と最後の頁<br>122 ~ 127 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br><a href="https://doi.org/10.5687/iscie.30.122">https://doi.org/10.5687/iscie.30.122</a> | 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35件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Aoi Yamano, Koji Ishii  |
| 2. 発表標題<br>A Study on Machine Learning based GPS Location Estimation               |
| 3. 学会等名<br>International workshop on Control, Communication, and Multimedia (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tomoya Nishino, Koji Ishii  |
| 2. 発表標題<br>Adaptive Backoff Control for CSMA/CA based Consensus Problem            |
| 3. 学会等名<br>International workshop on Control, Communication, and Multimedia (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Akiho Nakata, Koji Ishii  |
| 2. 発表標題<br>Universal Design of Multi-Dimensional Signals based on Auto encoder     |
| 3. 学会等名<br>International workshop on Control, Communication, and Multimedia (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>山野葵生, 石井光治          |
| 2. 発表標題<br>ディープラーニングによるGPS位置推定 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信研究会  |
| 4. 発表年<br>2019年                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>西野智也, 石井光治                       |
| 2. 発表標題<br>CSMA/CAを用いて合意制御におけるバックオフ期間制御の一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信研究会               |
| 4. 発表年<br>2019年                             |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>中田信穂, 石井光治             |
| 2. 発表標題<br>自己符号化器を用いた符号化変調に関する一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信研究会     |
| 4. 発表年<br>2019年                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>A. Nakata and K. Ishii   |
| 2. 発表標題<br>Multi-Dimensional Non-Binary Signaling Design based on Autoencoder |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会   |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>T. Nishino and K. Ishii                             |
| 2. 発表標題<br>Backoff Setting for CSMA/CA based Consensus Problem |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会                                      |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                               |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名<br>小川翔也, 石井光治         |
| 2. 発表標題<br>無線送受信機設計のための自己符号化機 |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会     |
| 4. 発表年<br>2019年               |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>塩田将士, 石井光治               |
| 2. 発表標題<br>モデル予測制御による通信スケジューリングの一検討 |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会           |
| 4. 発表年<br>2019年                     |



|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>堀恭介, 石井光治           |
| 2. 発表標題<br>重畳符号化通信を用いた合意制御の一検討 |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会      |
| 4. 発表年<br>2019年                |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>森下誓也, 石井光治                |
| 2. 発表標題<br>通信プロトコルによる無線フィードバック制御特性解析 |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会            |
| 4. 発表年<br>2019年                      |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>石井光治                        |
| 2. 発表標題<br>高信頼な制御のための通信設計              |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会総合大会依頼シンポジウム (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2019年 ~ 2020年                |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>石井光治                        |
| 2. 発表標題<br>高信頼な合意形成制御のための無線設計          |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ソサイエティ大会特別企画 (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2019年 ~ 2020年                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Koji Ishii   |
| 2. 発表標題<br>Modified Slotted ALOHA Protocol for Average Consensus Problem                          |
| 3. 学会等名<br>International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>西野智也, 石井光治                             |
| 2. 発表標題<br>最遠の位置情報をサイド情報として送るマルチホップ伝送を用いた合意制御の一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会RCC研究会                         |
| 4. 発表年<br>2018年                                   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>山野葵生, 石井光治                |
| 2. 発表標題<br>多層パーセプトロンによるGPS位置推定手法の一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会RCC研究会            |
| 4. 発表年<br>2018年                      |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>福田智和, 石井光治                 |
| 2. 発表標題<br>機械学習によるGPSスプーフィング防御に関する一検討 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会RCC研究会             |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                               |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名<br>石井光治               |
| 2. 発表標題<br>バス信頼度を考慮したマルチホップ制御 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会RCC研究会     |
| 4. 発表年<br>2018年               |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>福田智和、石井光治              |
| 2. 発表標題<br>決定木におけるGPS測位値推測とその距離特性 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会ソサイエティ大会       |
| 4. 発表年<br>2018年                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>K. Nakahara and K. Ishii  |
| 2. 発表標題<br>Soft-Information based Wireless Feedback Control without Error-detection Code |
| 3. 学会等名<br>平成30年度電気関係学会四国支部連合大会  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>中田信穂, 石井光治                     |
| 2. 発表標題<br>OFDM通信方式における機械学習による伝送路推定に関する検討 |
| 3. 学会等名<br>平成30年度電気関係学会四国支部連合大会           |
| 4. 発表年<br>2018年                           |

|                                  |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>西野智也, 石井光治            |
| 2. 発表標題<br>合意制御における適応呼生起確率制御の一検討 |
| 3. 学会等名<br>平成30年度電気関係学会四国支部連合大会  |
| 4. 発表年<br>2018年                  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山野葵生, 石井光治                      |
| 2. 発表標題<br>多層パーセプトロンによるGPS位置推定手法での学習期間の一検討 |
| 3. 学会等名<br>平成30年度電気関係学会四国支部連合大会            |
| 4. 発表年<br>2018年                            |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Aida Sabreena and K.Ishii   |
| 2. 発表標題<br>Scheduling of Contention Free Period Using Model Predictive Control |
| 3. 学会等名<br>平成30年度電気関係学会四国支部連合大会  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kenta Onishi, Koji Ishii                        |
| 2. 発表標題<br>Sector Selection for Reliable Consensus Problem |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会                                  |
| 4. 発表年<br>2017年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Kenta Matsumoto, Koji Ishii                    |
| 2. 発表標題<br>Plant Selection for TDM based Wireless Control |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会                                 |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yuki Nomura, Koji Ishii  |
| 2. 発表標題<br>Drones' Location Error Correction for Wireless Tomography with Dictionary Learning |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会   |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun Watanabe, Koji Ishii                             |
| 2. 発表標題<br>Design of Coverage Control under Communication Error |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会                                       |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Kanta Nakahara, Koji Ishii                               |
| 2. 発表標題<br>Wireless Feedback Control with Soft-decision Information |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会   |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tomokazu Fukuda, Koji Ishii |
| 2. 発表標題<br>GPS Spoofing Signal by USRP |
| 3. 学会等名<br>電気関係学会四国支部連合大会              |
| 4. 発表年<br>2017年                        |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>福田 智和, 石井 光治            |
| 2. 発表標題<br>USRPを用いたGPSスプーフィング実装    |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信(RCC)研究会 |
| 4. 発表年<br>2017年                    |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>渡辺 じゅん, 石井 光治             |
| 2. 発表標題<br>フェーディングによる通信範囲変動を利用した被覆制御 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信(RCC)研究会   |
| 4. 発表年<br>2017年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>中原寛大, 石井光治                       |
| 2. 発表標題<br>誤り検出符号を用いないための軟値出力による無線フィードバック制御 |
| 3. 学会等名<br>電子情報通信学会高信頼制御通信(RCC)研究会          |
| 4. 発表年<br>2017年                             |

|                            |
|----------------------------|
| 1. 発表者名<br>渡辺 じゅん, 石井 光治   |
| 2. 発表標題<br>ドローンを用いた階層型被覆制御 |
| 3. 学会等名<br>SICE四国支部学術講演会   |
| 4. 発表年<br>2017年            |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|  |
|--|
| <p>香川大学教員紹介<br/> <a href="https://www.kagawa-u.ac.jp/kagawa-u_ead/introduction/staff/20698/staff017/">https://www.kagawa-u.ac.jp/kagawa-u_ead/introduction/staff/20698/staff017/</a><br/>           リサーチマップ<br/> <a href="https://researchmap.jp/read0124186">https://researchmap.jp/read0124186</a><br/>           研究者総覧詳細<br/> <a href="http://www.ceda.kagawa-u.ac.jp/kudb/servlet/RefOutController?exeB0=WR4100RB0&amp;monitorID=WR4100S&amp;workType=detail&amp;primaryKey=1000026530&amp;kyoinID">http://www.ceda.kagawa-u.ac.jp/kudb/servlet/RefOutController?exeB0=WR4100RB0&amp;monitorID=WR4100S&amp;workType=detail&amp;primaryKey=1000026530&amp;kyoinID</a></p> |
|--|

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