

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：32647

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K11279

研究課題名（和文）間欠通信環境を考慮したネットワーク型ロボティクス制御アーキテクチャ

研究課題名（英文）Network based robotics control architecture for intermittent communication environment

研究代表者

小池 新 (KOIKE, Arata)

東京家政大学・人文学部・教授

研究者番号：40650445

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：今後多様な状況下でロボティクス機器が使用されることを念頭に、通信が間欠的に利用可能になる際のサービス性を次の3点で明らかにした。(1)ネットワーク環境の変化を原因とした間欠性の発生要因と、ネットワーク品質とサービス品質との関係および間欠性を測る尺度として新たに「間欠率」の概念の創出、(2)間欠通信が発生するシナリオの整理と、状況に応じた対策をアーキテクチャと制御方式との両面で提示、(3)ロボティクス機器の移動により発生する間欠性を踏まえた、予測制御型の方式とアーキテクチャの提案。これらを総括して、アーキテクチャと各シナリオでの品質尺度の考え方を、ロボティクス機器制御の観点を含めてまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在様々な産業分野がネットワークを利用したサービスを提供するようになった。その結果、ネットワークの利用対象がロボティクス機器など人間以外の対象へ拡大し、さらに利用するネットワーク環境自体が今までのEnd-to-End常時接続のネットワーク以外の間欠的な通信環境の利用などに拡大している。これらの新たな学際・業際的な領域で、間欠通信環境の利用という点に焦点を当て、ネットワークと制御工学の両方の視点を踏まえた観点で成果を提示した。この結果、本研究の成果により、一方の領域のみの検討では最適化が測れなかった点を補い、より複合的な観点の検討が必要であることと、その具体的な手法を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：We have developed the following three items from the viewpoint of application service under the intermittency of communication environment by taking into account the future usage of robotics devices. (1) Investigation on the cause of intermittency based on the varying network environment, and the creation of “intermittency ratio” as a new measure for clarifying the relationship between quality of service of a network and the resulting service quality. (2) Categorizing the scenarios of intermittency and proposal of appropriate solutions by both viewpoints of the architecture and the control mechanism. (3) Proposal to solve problems on intermittency associated with the mobility of robotics devices by a prediction-based method and its realizing architecture.

By integrating these studies, we summarized appropriate architectures and quality indicators by including robotics controlling viewpoints.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：間欠通信 ロボティクス オーバーレイノード 制御情報配信 Quality of Control Quality of Service

1. 研究開始当初の背景

高速広帯域通信による常時接続環境の元で、現在様々なアプリケーションやサービスがインターネットの世界では実現されていた。一方、このような高速広帯域、かつ常時接続が利用できない環境では、最新のこれらのサービスを楽しむことができなかった。そのため、光ファイバや広帯域移動体通信に至るまで、同質なインフラストラクチャの提供エリアの拡大が図られてきた。その結果、サービス提供者やユーザは、高速広帯域通信による常時接続環境が提供されることを暗黙のうちに当然のこととしてきた。

インターネットを利用したアプリケーションでは、古くは定期的なダイヤルアップ等を通じた UUCP (Unix to Unix Copy Protocol) によるメールの送受信やニュースの配信が、間欠的にしか通信ができない環境を利用して実現されていた。その後、これらの領域は常時接続が可能となり、End-to-End を IP で直結できるようになった。21 世紀になってからは、インターネットの利用領域拡大のため、常時接続が成り立たない劣悪な通信環境を想定し、特に災害時や惑星間の通信などをユースケースとして、遅延 (Delay) や切断 (Disconnection) に寛容 (Tolerant) な環境でも通信を実現するためのいわゆる DTN (Delay Tolerant Network) のためのネットワークアーキテクチャ・プロトコルの研究開発が数多く行われてきていた。

これら DTN に対する解決法の提案では、一般的には IP レイヤでの直接のコネクティビティが存在しない非常に劣悪な環境を想定していた。そのため途中にある転送ノードは、IP レイヤよりも上位のレイヤで接続・転送を実現していた。例えば、災害の特殊な環境で接続性が不安定になっているリンク上で情報を伝送することを考える。この場合、どのタイミングで転送先のリンクへの接続が行えるかわからない。そこで転送機能として、単なる IP レイヤの転送機能のみならず、一旦情報を蓄積して、送信が可能かどうかを確認する仕組みが必要となる。また、古くなった情報を新たに到着した情報で上書きする機能も、このような転送機能には必要である。さらには蓄積容量に限界があるとすると、蓄積した情報をいつまで保持するか、あるいはどのような順番で転送先に転送するかなどを決定し、実現する機能も必要となる。これらは、一般的にはアプリケーション層の機能として実現されている。研究開始当初の段階で、すでに様々な Internet of Things (IoT) デバイスの普及が予想されていた。IoT デバイスをはじめとしたインターネットを利用する新たなアプリケーションが拡大するにつれて、従来とは異なるネットワーク環境が必要とされてきた。特に IoT では、デバイス自体の電池寿命の問題や、設置される場所の問題等により、必ずしも高速広帯域による常時接続が前提とされない環境を考慮する必要がある。このような環境の中では、デバイス側あるいはネットワーク側の事情のいずれか、もしくは両方により、間欠的にしか通信を行うことができないことが考えられた。今後、従来の常時接続ネットワーク環境とは異なり、また従来検討されていた DTN 利用環境のような特殊事例とも異なる環境が日常的に利用されることが想定された。今後普遍的にロボティクス機器が存在する中で、どのようなインフラを実現して、その結果どのようなサービスが実現されるかは未だ学術的にも明らかではなかった。

2. 研究の目的

IoT という語は非常に広い範囲を指す言葉であるが、本研究ではセンサのような非力なデバイスではなく、ある程度能力をもち、自律動作を行うデバイスを対象とする。このようなデバイスの具体例としては、ドローンのようなロボティクス機器をあげることができる。ドローンが飛行する状況を想定すると、上空では、通信可能な空間と通信ができない空間とが存在する。通信可能な領域では、Wi-Fi や移動体通信による無線通信が可能なカバレッジエリア内である。しかし、現時点では地上に比べて上空ではカバレッジエリアは限られている。このような環境でドローンが自律飛行を行う状況を考える。するとドローンは通信圏内エリアと圏外エリアが混在する中を移動することになる。そのため、オンラインとオフラインを切り替え、間欠通信の環境で動作することになる。このような環境下のロボティクス機器との通信を行う場合は、通信を利用しているサービス側でネットワークの状態を踏まえた情報の送受信を行うやり方もある。しかしながら、この場合、サービスを開発する側で、様々な状況を鑑みた作り込みが必要となる。つまり、サービス実現のために技術及び費用の両方の観点で、課題が生じると考える。そのため、サービス側だけの End-to-End のみでの解決を目指すのではなく、途中にある転送機能と連携をすることで、よりサービスの開発が容易になることが想定できる。同様な概念は DTN で、災害時の相当長い時間通信途絶状況や、惑星間通信のように、極めて長時間の遅延環境などを想定している。しかし、本研究で想定するような自律動作を行うデバイスの場合、オンライン・オフラインを切り替えて、通信を行う状況が想定される環境となる。つまり前述のドローンの例では、一定の飛行後は圏内に復帰し、また接続時に利用可能な通信帯域は数 Mbps が想定可能である。そのため、従来の DTN で考えられた通信の困難さとは異なり、既存の DTN 手法による再送制御などでは無駄が生じると考えられる。

ドローンやロボティクス機器のような IoT デバイスも、ネットワークへ接続されて遠隔に通信する利用シーンが想定できる。ドローンの例では、Wi-Fi だけではなく、通常の移動体通信ネット

トワークを利用した制御が想定される．移動体通信ネットワークでは接続管理が行われているため，その情報をうまく活用すればアプリケーションでの再送制御が必要ないのではないかと考えられる．今までは一般的な OSI のレイヤモデルを踏まえて，上位レイヤと下位レイヤを独立に構成されてくることが多かったが，本研究ではあえて layer violation を行うことで，上位レイヤと下位レイヤとの連携を実現することを狙う．そこで本研究では，このように間欠的にオンラインとオフラインを切り替える環境でも効率よく情報の送受信を行うことができる新しいアーキテクチャを，レイヤ間の連携を行い実現するアーキテクチャの提案することを目的とする．これらをドローンだけではなく，自動運転の場合など様々想定して，必要な要件と制御法及びアーキテクチャを明らかにする．

また，ドローンやロボットアームなどを遠隔で操作する状況も考えられる．この場合は，real-time 制御が必要になる．必要なリアルタイム通信を実現するためには，ネットワークの状況把握した上で，どの程度の制御可能かなどを検討する必要がある．さらには，これらの状況を定量的に明らかにするための指標を創出する必要がある．さらには，それらの指標を満たすために必要な制御法やアーキテクチャを検討する必要がある．

上記の点を明らかにすることを目的とした．

3．研究の方法

研究の方法として，以下の4種類を実施した．

(1)ドローン，自動運転，ロボティクス機器制御等，遠隔操作を必要とする種々のロボティクス機器の，遠隔操作に与える性能要件の明確化や可能性を明らかにするために，既存研究の調査を実施した．

(2)現在のネットワークの状況と，そのロボティクス環境への影響を調査するために，ネットワークの遅延に関する測定をロボティクス機器の操作という観点から実施した．

(3)ロボティクス機器の制御ソフトウェアである Robot Operating System (ROS)の構造分析による，ロボティクス機器から機能として切り出すことが可能なネットワーク制御部分の抽出と，それに基づくアーキテクチャの検討を実施した．

(4)様々な間欠的な通信となる環境とシナリオを想定したネットワークを模擬する環境を構築し，ロボティクス機器の動作とネットワークの変動を連携させたシミュレーション及び実機評価を実施し，アーキテクチャのさらなる明確化と必要な機能，そしてサービスの実現可能性について検討した．

4．研究成果

今後多様な状況下でロボティクス機器が使用されることを念頭に，通信が間欠的に利用可能になる際の以下の成果を創出した．

(1)ネットワーク環境の変化を原因とした間欠性の発生要因の分類について

多様な間欠通信についての分類を，その発生要因を中心に行い，それをもとにしたアーキテクチャの検討を実施した．その結果，間欠通信は，(a)コスト的，(b)物理的，(c)リソース的など様々な理由により発生することを示した．以下では，その分類結果を述べ，さらにそれぞれについて検討する評価観点について，特に間欠性を測る指標について得られた結果を概観する．

(a)コスト制約は，技術的には常時接続も可能であるが，利用者側の通信料金の制約により発生するパターンである．具体例としては，1980年代のインターネットで広く利用されていた UUCP によるホストコンピュータ間の通信は，専用回線の利用が高額であったため，従量課金であった公衆回線を利用して間欠的に接続していた．この UUCP 型の間欠通信では，通信が再開されることを前提として，送信相手への情報をネットワーク内のサーバーなどに蓄積しておく．通信相手との接続が再開された際に，蓄積された情報を転送する方式である．コスト要因に起因する間欠性の主要な評価尺度は通信料金である．費用は通信時間によって変わる．そのため，いかに流通する情報量を削減して，通信している時間を短くできるかが，情報ネットワーク的な実用的な評価指標として検討されていることを指摘した．

(b)物理的な制約は，利用できる通信手段がないことにより生じる．通信インフラを利用している際に間欠性が生じる代表的な要因は，圏外型と衛星の食によるものがある．本研究では，圏外型について考察した．これは，利用者の移動に伴い，通信エリア内から一時的に離脱してしまう形態である．この場合の評価尺度は，まずはカバレッジの広さが考えられる．さらには，カバーエリア外を移動する時間についても，尺度として捉えることができる．また，マルチホップ通信のように，固定的なインフラが存在しない場合には，通信経路そのものが構成できるかどうかという点があることを指摘した．マルチホップ通信自体は，Wi-Fi のアドホックモードを利用した形態で，一時的に形成されるグループ間でのコネクティビティを実現するために検討されてきた．マルチホップ通信では，構成されるネットワークの形態はその場の状況に応じて構成される．そのため，電波の伝搬状況の変化や，経由する中継機器が移動することにより，一時的に情報の

伝達が途切れてしまう間欠性が発生する。マルチホップ通信の場合には、迂回ルーチングをすることを前提として考えると、特定のリンクのオン・オフの間欠性ではなく、評価尺度としては情報の伝達率が、利用者観点での尺度として想定できる。一方、その評価をする観点からは、マルチホップにより構成されているネットワークの連結性なども指標となることを指摘した。

(c)通信に関するリソースの制約のため、間欠的になってしまう例として無線リソースの確保が挙げた。特に都市部で人口集中がするエリアでの移動体通信や、大人数が集まるイベントホールや教室などでのWi-Fiでは、常態的に無線リソースが確保できない状況が生じてしまう。この場合は、間欠率というよりも、利用できるほうが珍しくなるという点で、接続成功率を指標としたほうがよいとも考えられる。また、ハンドオーバーの失敗が挙げられる。移動を伴う場合の通信の場合には、ハンドオーバー先の通信リソースの確保ができないと通信が途絶する可能性がある。そのため、ハンドオーバー先の無線リソース確保率もサービス提供のための尺度として考えられる。移動し続ける場合、間欠性の解消は、さらに別のセルへ移動することにより解消する可能性がある。そのため、セルへの滞在時間をもって、潜在的な間欠性の指標することもできる。人間が使う機器においては、十分な電源容量を持つ機器が多い。しかし、IoT機器では、給電ができず、バッテリー駆動の機器が多い。このため、バッテリー消費を節約する必要がある。こうしたIoT機器の長寿命化対策として、送信時のみ電源をオンにして、通信が可能とするタイプがある。IoT機器からサーバ側へ向けての一方通信の場合は、課題はサーバ側の処理リソース担保が尺度として重要視される。特に定時に一斉発呼するようなシステムの場合の同時処理数などが指標として考えられる。また、送信のための無線チャネル確保が行えないと、再送を繰り返すことで、バッテリーを消費してしまう。このため、プロトコルとしての発呼タイミングの設計などが評価の指標として挙げられることを指摘した。一方、双方向通信の場合、サーバから間欠的に起動している端末へのポーリングも検討対象となる。IoT機器がオフである時間がながければ長いほど、サーバ側からのリトライが増える。必要なシステムをオンデマンドで起動させるような場合は、指令を送ってからシステムの起動によする時間も間欠性に関連する評価指標として挙げることができる。また、センサなどのトラフィック量が少ない場合だけでなく、システム全体の消費電力を減少させるために、人流の変動によりモバイル通信などの基地局のオンオフも可能である。このような場合、単にシステムの起動時間だけではなく、オフ状態のシステムをどのタイミングでオンにするかという、サービス側の閾値の設定も検討すべき指標となることを指摘した。

(2)ロボティクス機器制御へのネットワーク間欠性の影響について

モバイル網を利用した際に、ロボティクス機器がどのようにその品質を感じるかについて検討した。この中で、ハンドオーバーの際に、通常数ミリ秒程度である遅延時間が、数百ミリ～数秒と大幅に増大する状況を示していることを実際に様々な移動形態の中で測定を行うことで示した(図1)。

この遅延時間の変動が発生する時間はハンドオーバー処理が行われている1秒程度のごく一瞬であり、人間がインターネットを利用する限りにおいてはほとんど影響がない。しかし、ロボティクス機器の制御においては実質的に通信不可能な間欠的になる時間として理解できることを指摘した。つまり人間にとっての常時接続性とロボティクス機器にとっての常時接続性の差異があることを明らかにした。

また、この分析結果をもとに、間欠率という指標を創出した。間欠率は間欠的である時間的な割合を間欠率として次のように定義した：

$$\text{間欠率} = \frac{\text{カバーエリア外を移動する時間}}{\text{移動時間全体}}$$

この指標を用いることで、移動しながら利用するサービスを考えた際に、どの程度そのサービスが利用できるかということを検討することが可能となることを示した。

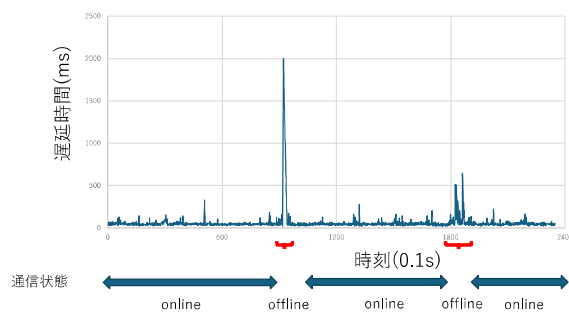


図1. モバイル網での測定結果例(JR 埼京線池袋新宿間)

(3)自動運転車をサポートするネットワークインフラストラクチャの構築について

間欠通信も含む自動運転車をサポートするネットワークインフラストラクチャの構築を検討し、社会のより広い情報システムの観点から、可能なユースケースシナリオを提示した。具体的にはネットワークが我々の社会を構成する将来のインフラストラクチャの一部というシナリオの元で、カーナビゲーションシステムによる経路決定とネットワークからの測定可能な情報との統合を実現した。この結果、移動する車の将来の場所をより正確に予測できるようになった。この

機能をロードサイドに配置された分散キャッシュによるコンテンツ配信に適用すれば、隣接するローカルキャッシュサーバに事前にその車が今後必要となるコンテンツを事前配信することができる。また、間欠通信エリアが存在する場合には、そのセグメントでの通信発生を避けるための戦略の策定が可能となる。このため、移動中の自動車に大きなコンテンツをダウンロードする効果を評価するためのいくつかのスキームをアーキテクチャとして提案してシミュレーションにより比較し、その効果を示した。

(4) 飛行中のドローンへの効率的な情報伝達の手法の検討について

飛行中のドローンなどのロボティクス機器の情報処理や指示のための通信手段の検討として、情報処理のためのエッジコンピューティングとの連携を想定したシナリオでの評価を行った。ドローンのようなロボティクス機器の場合は、物理的な制約の影響を受ける。モバイルネットワークの基地局のアンテナの多くは上空を向いていない。そのため、飛行中に通信可能となる区間は限定的である。しかし、飛行中に地図情報や気象情報の入手など様々な高度な情報処理を行う必要がある。しかし、ドローン自体の計算能力は限定的であることから、処理を地上にある Mobile Edge Cloud (MEC) などにオフロードして処理をする必要があると考えられる。しかし、通信可能なカバレッジエリアにドローンが滞在している時間は限られており、MEC での処理が間に合わないことが考えられる。一方、ドローンなどでは、飛行経路があらかじめ定まっている。そこで、予定通過時間などの把握ができるということを利用することを提案し、一旦オフロードした処理結果を、その MEC が存在するエリアでは受信できなかった際に、予測した経路上の別のエリアで受信するためのコンテンツ配信方式の効果について検討した。具体的には、ロボティクス機器が通信可能・不能等多様な通信環境の中で移動する際の、情報配信管理方式の設計および、設計した情報配信管理方式を評価するためのシミュレーションの開発を行った。ロボティクス機器の位置情報をもとに、もっとも近隣のエッジプロキシーを情報配信のための保管転送機能を担うノードとして利用させることを想定した。この結果を受け方式設計の際に考慮すべき各種パラメータの抽出を、移動するロボティクス機器の動作への影響評価という観点で行い、コスト観点からの比較評価を実施した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Arata Koike; Yoshiko Sueda	4. 巻 NA
2. 論文標題 Impact of Intermittency on Network-Controlled Robotics Device in Ever Changing Environment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of the 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	6. 最初と最後の頁 804-807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/GCCE56475.2022.10014406	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 末田 欣子, 小池 新	4. 巻 122, no. 275
2. 論文標題 ネットワーク制御型ロボティクスデバイスの映像品質に関する影響について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 46-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 末田 欣子, 小池 新	4. 巻 122 no.407
2. 論文標題 画像制御に基づくネットワーク品質の与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 329-334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 末田欣子, 小池 新	4. 巻 121
2. 論文標題 ネットワーク制御型ロボティクスデバイスの移動における動作への 影響について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 43-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小池 新, 末田欣子	4. 巻 120
2. 論文標題 ロボティクス機器制御の品質へのネットワークの品質の影響について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 44-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Arata Koike	4. 巻 -
2. 論文標題 Infrastructure for Supporting Networked Robotics System Relying on Intermittent Communication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 2019 IEEE International Conference on Big Data, Cloud Computing, Data Science & Engineering (BCD)	6. 最初と最後の頁 176-181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BCD.2019.8885314	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 Arata Koike, Yoshiko Sueda	4. 巻 -
2. 論文標題 Contents Delivery for Autonomous Driving Cars in Conjunction with Car Navigation System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 2019 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APNOMS.2019.8893082	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 小池 新, 末田 欣子	4. 巻 119
2. 論文標題 遠隔ロボティクス機器制御に向けた間欠通信への品質尺度について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 59-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小池 新, 未田 欣子	4. 巻 119
2. 論文標題 PUB/SUBに基づくネットワーク制御型ロボティクスデバイスの動作について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 235-240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Arata Koike, Yoshiko Sueda	4. 巻 15
2. 論文標題 Defining Quality of Services for Remotely Controlled Robotics Devices under Intermittent Communication Environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Communications	6. 最初と最後の頁 427-432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12720/jcm.15.5.427-432	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 小池 新	4. 巻 Vol. 118
2. 論文標題 間欠通信を用いたネットワーク型ロボティクス制御のための社会基盤について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告, NS2018-262	6. 最初と最後の頁 pp. 403-408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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11件(うち招待講演 0件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Arata Koike, Yoshiko Sueda
2. 発表標題 Impact of Intermittency on Network-Controlled Robotics Device in Ever Changing Environment
3. 学会等名 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 末田 欣子, 小池 新
2. 発表標題 ネットワーク制御型ロボティクスデバイスの映像品質に関する影響について
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 末田 欣子, 小池 新
2. 発表標題 画像制御に基づくネットワーク品質の与える影響
3. 学会等名 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 末田欣子, 小池 新
2. 発表標題 ネットワーク制御型ロボティクスデバイスの移動における動作への 影響について
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小池 新, 末田 欣子
2. 発表標題 ロボティクス機器制御の品質へのネットワークの品質の影響について
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arata Koike
2. 発表標題 Infrastructure for Supporting Networked Robotics System Relying on Intermittent Communication
3. 学会等名 EEE International Conference on Big Data, Cloud Computing, Data Science & Engineering (BCD) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arata Koike, Yoshiko Sueda
2. 発表標題 Contents Delivery for Autonomous Driving Cars in Conjunction with Car Navigation System
3. 学会等名 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小池 新, 末田 欣子
2. 発表標題 遠隔ロボティクス機器制御に向けた間欠通信への品質尺度について
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小池 新, 末田 欣子
2. 発表標題 PUB/SUBに基づくネットワーク制御型ロボティクスデバイスの動作について
3. 学会等名 電子情報通信学会ネットワークサービスシステム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arata Koike, Yoshiko Sueda
2. 発表標題 Defining Quality of Services for Remotely Controlled Robotics Devices under Intermittent Communication Environment
3. 学会等名 3rd International Conference on Information, Networks and Communications (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小池 新
2. 発表標題 間欠通信を用いたネットワーク型ロボティクス制御のための社会基盤について
3. 学会等名 電気情報通信学会ネットワークサービスシステム研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関