

令和元年6月5日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H04008

研究課題名(和文) 無線端末数爆発時代の自律分散協調メカニズム

研究課題名(英文) Autonomous Distributed Cooperation Mechanism for Wireless Networks with an Explosive Number of Wireless Nodes

研究代表者

笠原 正治 (Kasahara, Shoji)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：20263139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、コグニティブ無線に焦点を当て、莫大な数の無線端末が存在する環境下において周波数資源の利用状況を正確に把握し、周波数資源を効率的に利用する自律分散型協調制御メカニズムについて研究を行った。具体的には、協調センシングにおける処理負荷を考慮した合併・分離アルゴリズム、および機械学習を応用した自律分散型協調グループ形成法の二点について、ゲーム理論に基づくインセンティブ設計や多腕バンディット問題アルゴリズムを応用した方式の提案を行い、計算機シミュレーションによって提案方式の有効性を定量的に検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、爆発的な数の無線端末機器群に対して限られた無線周波数資源を空間的にも時間的にも効率的に使用する自律分散型協調制御手法を確立するため、(1)無線端末の逐次的意志決定問題、(2)無線端末の行動決定アルゴリズム、の二点の要素技術について開発を行った。これらの要素技術はコグニティブ無線への応用だけでなく、莫大な数の構成要素が目的達成に向けて協調して制御を行う系全般に適用可能な基本技術であり、応用範囲は極めて広い。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we considered autonomous distributed mechanisms for cooperative sensing in cognitive radio networks with an extremely huge number of wireless nodes. We proposed two schemes: collaborative spectrum sensing mechanism based on system load and detection performance of wireless nodes, and a coalition formation method based on machine learning technique. In the former scheme, we developed the merge-split algorithm with incentive mechanism under game theory, while the latter was developed with Multi-Armed Bandit problem. We investigated the performance of proposed methods by simulation experiments, validating those effectiveness quantitatively.

研究分野：情報通信工学

キーワード：協調メカニズム コグニティブ無線 多腕バンディット問題 ゲーム理論 データ構造

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の無線通信技術の高速化と大容量化、スマートフォンやタブレット端末に代表されるユーザ端末の小型化と高機能化に伴い、ユーザが移動しながら利用する通信サービスは多様化し、送受信データ量は増大の一途を辿っている。総務省の統計によると、移動通信トラフィックは2014年3月現在で平均671.7Gbpsとなっており、直近1年で約1.6倍に増加している。今後益々増大する移動通信トラフィックに対応するため、現在第5世代移動通信システム(5G)に関する検討が国内外で活発になされつつある。そこではネットワーク容量を現在の1,000倍に拡張すること、現在の100倍のオーダの端末数を接続できること、ピークレート10Gbpsを実現すること、レイテンシーを1ミリ秒以内に抑えること、といった技術課題が挙げられている。

しかしながら無線周波数は限られた資源のため、無線通信のさらなる高速化と大容量化を実現するためには、周波数帯域の時間的・空間的な利用効率の向上が欠かせない。5Gではユーザによる電話通信やデータ通信に加えて、自動車やスマートメータ、環境センサなどによるマシン・ツウ・マシン(M2M)通信や機器間通信(D2D)の対応も想定されており、センサやデバイスも含めた無線端末台数は、2017年には7兆台(世界人口約70億人に対して約千倍)という爆発的な規模に達することがWireless World Research Forumで予想されている。このような莫大な無線端末を効果的に収容するためには、集中管理型制御技術ではスケラビリティの点で限界があり、そのため無線端末側でも無線周波数帯域管理やトラフィック集中を回避するアクセスポイント選択技術も組み入れた自律分散型の超大規模無線通信ネットワーク技術の開発が急務である。

従来の自律分散型無線周波数帯域管理法の多くは、無線端末が周りの周波数利用状況を自律的に収集し、獲得した空き帯域情報を基に無線周波数帯域を使用する。例えば自律分散型コグニティブ無線では、二次利用端末は無線周波数帯域の使用状況をスペクトラムセンシングによって把握し、その帯域が空いていれば利用を開始する。しかしながら、自律分散型資源管理法の下でのシステム性能は個々の無線端末の状態推定精度に大きく依存し、周波数帯域の獲得方法によっては同一条件の通信品質を要求する無線端末間で不公平な帯域割当が生じる恐れがある。

2. 研究の目的

個々の無線端末の性能が高くない状況下でシステム全体の性能向上を図る手段として、端末同士が連携する協調制御技術がある。協調制御では、複数の無線端末がグループを構成し、グループ内で各端末が所有する情報を交換したり専有中の周波数帯域を提供し合うことにより、帯域使用状況の推定精度や通信スループットを改善する。代表的な協調制御技術としては、コグニティブ無線におけるグループレベルの協調センシング[Liu 他, IEEE Trans. Wireless Commun., 2013]や、単一アンテナ端末のグループ化による仮想MIMO構成制御[Saad 他, IEEE Trans. Wireless Commun., 2009]等がある。しかしながら、従来の協調制御では端末数がシステム側に既知であることが前提とされており、無線端末の移動や電源オン・オフによる端末数の変化が考慮されておらず、さらにはトラフィックの急激な変動に追従できないといった欠点がある。

今後接続すべき無線端末数が莫大になってくると移動する無線端末・無線機器の数も増大し、周波数帯域の需要が時間的にも空間的にも従来にない規模で変動することが予想され、加えて無線端末機器の不具合や故障の発生頻度も高くなり、このようなヘテロジニアスな端末環境下でもロバストに機能する自律分散型協調メカニズムが今後の通信の基盤技術として必要である。そこで本研究ではコグニティブ無線に焦点を当て、莫大な数の無線端末が存在する環境下において周波数資源の利用状況を正確に把握し、かつユーザの需要を高精度に予測して周波数資源を時間的にも空間的にも効率的に利用でき、さらには故障機器が介在してもロバストに機能する自律分散型協調制御メカニズムについて研究を展開する。

3. 研究の方法

研究期間において、(1)協調センシングにおける処理負荷を考慮した合併・分離アルゴリズムの特性評価、(2)高性能センシング実現に向けた機械学習によるグループ形成手法、(3)集合族を高効率に扱うゼロサプレス型二部決定グラフZDDの高度化に関する研究、の三項目を中心に研究を展開した。詳細を以下に記す。

(1) 処理負荷を考慮した合併・分離アルゴリズム

自律分散型協調制御の代表的アルゴリズムとして、コグニティブ無線の協調センシングにおける合併・分離(Merge-Split)アルゴリズムがある[Saad 他, IEEE Trans. Veh. Tech. 2011]。合併・分離アルゴリズムでは、センシングの誤警報・誤検知の確率を抑えるようにセンシング情報を共有する協調グループを形成する。Saad等は協調ゲームの枠組みで最適な協調グループへの収束性を証明しているが、無線端末の移動や電源オン・オフによる端末数の変動が考慮されておらず、周波数使用の検出にかかる電力やセンシング時間、制御パケットの交換といったオーバーヘッドについても考慮されていない。ここでは処理のオーバーヘッドを負のコストとして考慮した場合の合併・分離アルゴリズムの特性を協調ゲーム理論の枠組みで分析する。また、

端末の移動や電源オン・オフにかかる無線端末母集団の変化を考慮するため、進化ゲーム理論を応用し、アルゴリズムに基づく行動戦略が時間の推移とともに変化する傾向についても解明する。

(2) 高性能協調センシング実現に向けた機械学習によるグループ形成手法
 コグニティブ無線の協調センシングでは、複数の端末がグループを形成してセンシングの検知性能向上を実現する。グループ全体の誤警報・誤検知確率を抑制するためには、個々の無線端末の検知性能をシステムが把握して適切なグループを形成する必要がある。しかしながら、無線端末数が増大すると、システムが全ての無線端末の検知性能を正確に把握することは不可能である。ここでは個々の無線端末のセンシング性能が未知である不確実な環境下における協調グループ形成のための逐次的意思決定法について検討を行う。具体的には、機械学習の手法である多腕バンディット問題アルゴリズムやマルコフ連鎖モンテカルロ法を応用し、グループ形成パターン毎のセンシング性能を逐次的に学習することにより、高精度なセンシング性能を達成する無線端末グループ形成手法を検討する。

(3) 集合族を高効率に扱うゼロサプレス型二部決定グラフ ZDD の高度化に関する研究
 近年では状態空間をコンパクトに表現可能なゼロサプレス型二分決定グラフ (Zero-suppressed Binary Decision Diagram: ZDD) 等のデータ構造を応用した最適化アルゴリズムの高速化を実現する研究が注目を集めている。ここでは自律分散型協調制御メカニズムへの応用を目指した ZDD 自体の高度化に関する研究を行う。具体的にはエンド・ツウ・エンドの通信路に対する信頼性評価や無線基地局配置問題への応用に向けた、グラフ連結成分の重みに関する制約の下での効率的な ZDD 構築手法について理論的な検討を行う。

4. 研究成果

(1) 処理負荷を考慮した合併・分離アルゴリズム

コグニティブ無線では、ある周波数帯域の利用を正規に許可されたプライマリ・ユーザ (PU: Primary User) と空き状況に応じてその周波数の利用を試みるセカンダリ・ユーザ (SU: Secondary User) が存在する。SU によるセンシング結果は、PU の信号の減衰やフェージング、ノイズの影響によって誤る場合がある。センシングの誤りは誤検知と誤警報の 2 種類に分類される。誤検知とは、実際には PU の周波数帯域が利用中 (ビジー状態) にも関わらず、空き状態 (アイドル状態) と SU が判定する誤りである。したがって、PU にとっては SU に通信を妨げられないように、誤検知発生確率 (誤検知率) を抑制することが重要となる。一方、誤警報とは、実際には PU の周波数帯域がアイドル状態にも関わらず、SU がビジー状態と判定する誤りである。そのため、SU にとっては自身の通信機会を逃さないために、誤警報の発生確率 (誤警報率) を抑制することが重要となる。

ここでは複数の PU が存在する環境における自律分散的な SU 間グループ形成手法を検討した。SU の目的は自身の通信機会を増やすことであるが、一方で、利用を試みる周波数帯域の所有者である PU に対してはその通信を妨げてはならないという制約が存在する。ここで制約に関しては、誤検知率に関して PU が上限を設定する状況を想定する。各 SU は単独でセンシングもしくは他の SU と協調センシングを行うことで、誤検知率に関する制約を満たすことを目指す。さらに、誤検知率に関する制約を満たすことのできる SU は、自身の通信機会が最大となるような PU を選択する。

以上のような提案手法の有効性を Net logo を用いた計算機シミュレーションにより評価した。図 1 は SU 数が 18 台のときの提案手法によるグループ形成例を示している。図 1 より、PU からの距離が近い SU は、単独で PU からの誤検知率に対する制約を満たすことのできるため、グループを形成せず、単独 SU となっていることが観察される。一方、正方領域全体を左上から右下への対角線を軸に二分するように PU が配置されていることから、この対角線付近に存在する SU の誤検知率は低くなる傾向にあり、その結果、これらの SU 間でグループが形成されやすくなっていることも観察される。

図 2 は、提案手法と非協調センシングにおいて、SU 数を変化させた場合の制約条件を満足してグループ形成に成功した SU (Winning SU) の割合の

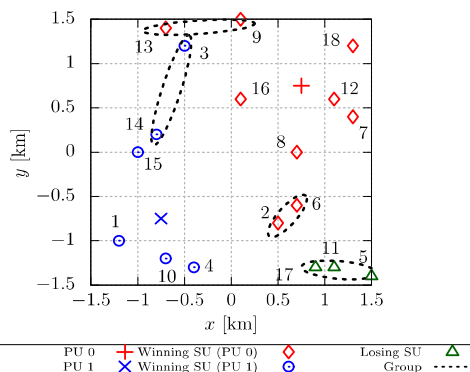


図 1 グループ形成例

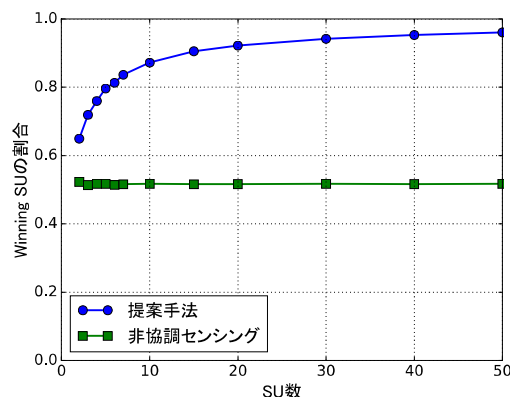


図 2 Winning となる SU の割合

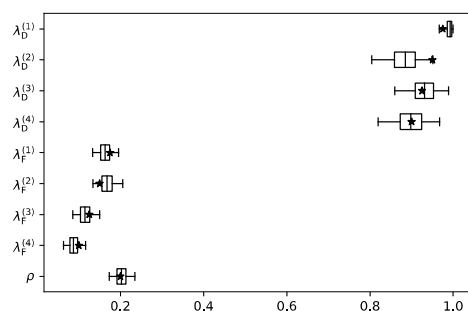
推移を示している。この図より、SU 数によらず、非協調センシングと比較して、提案手法を用いることで Winning となる SU の割合を大幅に改善できることがわかる。特に、SU が多くなるほど改善の度合いは大きくなり、SU 数 50 では非協調センシングと比較して 45%の改善が見られる。

以上のことから、提案手法を用いることで、単独センシングでは PU のチャネルを利用できない SU がチャネル利用できる可能性が高くなる効果があり、SU 数が多くなるほど、その効果が大きいことが分かる。

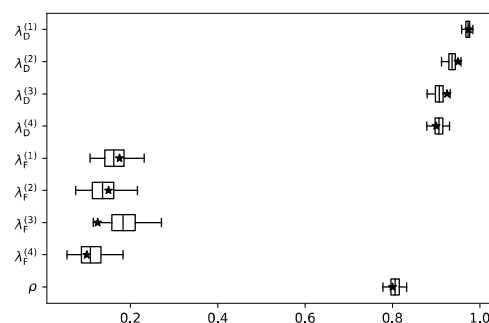
(2) 高性能協調センシング実現に向けた機械学習によるグループ形成手法

協調センシングにより誤りの少ないセンシング結果が得られるような適切なグループを形成するためには、個々の SU のセンシング特性の情報が必要である。しかしながら、個々の SU のハードウェアの性能が異なり、かつ他の SU のセンシング特性についての事前情報が得られない状況では、他の SU とグループを形成し、逐次的にセンシング特性を推定する方法が効果的であると考えられる。機械学習における逐次的な推定方法として、多腕バンディット問題によってグループ選択を行うことが考えられる。この方法においては、確認応答によって誤検知を検出する手法と同様に、SU 自身が得られる情報のみから検知率と誤警報率の推定が行える必要がある。さらに、多腕バンディット問題の方策として Thompson Sampling を用いる場合、データから検知率と誤警報率の最尤推定値を求めるだけでなく、データから検知率と誤警報率の事後分布を推定する必要がある。ここでは、誤検知と誤警報の両方を SU 自身が認識するために、協調センシングを行う際に k-out-of-N ルールを用いて個々の SU のセンシング結果を統合する手法を検討した。また、この方法によって得られたデータから検知率と誤警報率の事後分布を推定するために、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いることを検討した。

提案手法の有効性を計算機実験により評価した。ここでは4台のSUがグループ構成を変化させながら通信を行うシナリオを想定し、PUによるチャネルの利用率、SUの検知率、誤警報率の事後分布の推定を行った。実験では最初にSUによるセンシングと通信のシミュレーションを行ってパラメータ推定に用いるデータを擬似的に生成し、得られたデータからマルコフ連鎖モンテカルロ法によりパラメータの事後分布を推定した。図3は900ステップ経過後のパラメータの事後分布を示している。(a)はPUの利用率が0.2、(b)は0.8の場合である。 $\rho=0.2$ のときはPUの使用率が低く、誤検知の発生数が誤警報と比較して少なくなることに注意する。そのため、誤検知に関するデータが少数しか得られず、結果として検知率の事後分布の幅が大きくなっている。一方で $\rho=0.8$ の場合、PUの使用率が高くなり、誤警報の発生数が誤検知と比較して少なくなる。その結果、誤警報に関するデータが少数しか得られず、誤警報率の事後分布の幅が大きくなっている。



(a) $\rho=0.2$



(b) $\rho=0.8$

図3 PUの利用率を変化させたときのパラメータの事後分布

(3) 集合族を高效率に扱うゼロサプレス型二部決定グラフ ZDD の高度化

ゼロサプレス型二分決定グラフ(ZDD)は集合族を圧縮して表現するデータ構造である。ZDD は豊富な演算体系を持ち、集合族に対する様々なクエリが ZDD を解凍することなく行える。また、グラフが与えられたとき、指定した制約を満たす部分グラフの集合を表す ZDD を効率的に構築するフロンティア法と呼ばれる手法がある。ここでは、ZDD やフロンティア法の機能強化に向けた新しい操作法を検討した。具体的には、グラフ分割集合を表す ZDD に対し、禁止したい複数の連結な部分グラフを指定し、それらのうちのどれも連結成分として含まないようなグラフ分割すべての集合を表す ZDD を生成する。本手法により、グラフ分割集合を表す ZDD から連結成分の重みが一定値以上であるようなグラフ分割のみを取り出し、それらすべての集合を表す ZDD を構築することが可能となる。計算機実験により提案手法の性能を評価し、有効性を定量的に確認した。

[雑誌論文](計 10 件)

Kawahara, J., Sonoda, K., Kasahara, S., and Inoue, T., ``Efficient Construction of Binary Decision Diagrams for Network Reliability with Imperfect Vertices,`` Reliability Engineering and System Safety, vol. 188, pp. 142-154, August 2019. (査読有) DOI:10.1016/j.res.2019.03.026

Hara, T., Sasabe, M., and Kasahara, S., ``Geographical Risk Analysis Based Path Selection for Automatic, Speedy, and Reliable Evacuation Guiding Using Evacuees' Mobile Devices,`` Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, vol. 10, no. 6, pp. 2291-2300, June 2019. (査読有) DOI:10.1007/s12652-018-0826-z

Zhang, Y., Shen, Y., Jiang, X., and Kasahara, S., ``Mode Selection and Spectrum Partition for D2D Inband Communications: A Physical Layer Security Perspective,`` IEEE Transactions on Communications, vol. 67, no. 1, pp. 623-638, January 2019. (査読有) DOI:10.1109/TCOMM.2018.2865930

Nakahata, Y., Kawahara, J., Horiyama, T., and Kasahara, S., ``Enumerating All Spanning Shortest Path Forests Using Zero-suppressed Binary Decision Diagrams,`` IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E101-A, no. 9, pp. 1363-1374, September 2018. (査読有) DOI:10.1587/transfun.E101.A.1363

Komatsu, N., Sasabe, M., Kawahara, J., and Kasahara, S., ``Automatic Evacuation Guiding Scheme Based on Implicit Interactions between Evacuees and Their Mobile Nodes,`` Geoinformatica, vol. 22, no. 1, pp. 127-141, 2018. (査読有) DOI:10.1007/s10707-016-0270-1

[学会発表](計 71 件, 内査読付国際会議発表 11 件)

川原 純, 井上 武, 笠原 正治, ``リンク故障について任意の依存関係を扱えるネットワーク信頼性評価法,`` 電子情報通信学会技術研究報告 (CQ2018-113), pp. 111-116, 2019.3.15.

Nakahata, Y., Kawahara, J., and Kasahara, S., ``Enumerating Graph Partitions Without Too Small Connected Components Using Zero-suppressed Binary Decision Diagrams,`` The 17th International Symposium on Experimental Algorithms (SEA 2018), vol. 103, pp. 21:1-21:13, 2018. (査読有) DOI:10.4230/LIPIcs.SEA.2018.21

飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治, ``組合せバンディットを用いたコグニティブ無線におけるグループ形成方策,`` 人工知能学会 第 106 回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), vol. B5, no. 3, pp. 88-93, 2018.3.17.

萬代 光治, 川原 純, 笠原正治, ``クラウドプラットフォームにおける継続的にエラーイベントを発生させるタスクの解析,`` 電子情報通信学会技術研究報告 (ICM2017-64), pp. 49-54, 2018.3.9.

中畑 裕, 川原 純, 笠原 正治, ``グラフ分割集合を表す ZDD に対する連結成分重み比制約の効率的な実現,`` 情報処理学会研究報告 アルゴリズム(AL), vol.2018-AL-166, no.3, pp.1-8, 2018.1.28.

Nishida, T., Sasabe, M., and Kasahara, S., ``Maximizing Communication Opportunity for Collaborative Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks,`` International Telecommunication Networks and Applications Conference 2017 (ITNAC 2017), Melbourne, Australia, 22-24 November, 2017. (査読有) DOI:10.1109/ATNAC.2017.8215373

西田 知弘, 笹部 昌弘, 笠原 正治, ``コグニティブ無線における協調センシングのためのインセンティブ設計に関する一検討,`` 第 42 回インターネット技術第 163 委員会研究会 (ITRC meet42), 2017.11.8-10.

西田 知弘, 笹部 昌弘, 笠原 正治, ``コグニティブ無線におけるユーザのインセンティブを考慮した協調センシングメカニズムに関する一検討,`` インターネット技術 163 委員会 (ITRC) 新世代ネットワーク構築のための基盤技術研究分科会 ワークショップ (ITRC-NWGN 2017), 赤穂ハイツ, 兵庫県赤穂市, 2017.9.19-20.

飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治, ``コグニティブ無線における自律分散的なグループ形成のためのバンディットアルゴリズムの応用,`` インターネット技術 163 委員会 (ITRC) 新世代ネットワーク構築のための基盤技術研究分科会 ワークショップ (ITRC-NWGN 2017), 赤穂ハイツ, 兵庫県赤穂市, 2017.9.19-20.

西田 知弘, 笹部 昌弘, 笠原 正治, ``コグニティブ無線におけるシステム負荷と検知率貢献度を考慮した協調センシングメカニズムの一検討,`` 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2017-81), pp. 61-66, 2017.9.7-8.

飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治, ``k-out-of-N ルールによる協調センシングのためのマル

コフ連鎖モンテカルロ法を用いたパラメータ推定法,' 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2017-82), pp. 67-72, 2017.9.7-8.

Hara, T., Sasabe, M., and Kasahara, S., ``Short and Reliable Path Selection for Automatic Evacuation Guiding Based on Interactions between Evacuees and Their Mobile Nodes,' ' The 14th International Conference on Mobile Web and Intelligent Information Systems (MobiWis 2017), LNCS 10486, pp. 38-44, 2017. (査読有)
DOI:10.1007/978-3-319-65515-4_3

中畑 裕, 川原 純, 笠原 正治, ``グラフの連結成分の大きさを考慮した連結成分分割の高速な列挙,' 情報処理学会研究報告 アルゴリズム (AL), vol. 2017-AL-162, no. 3, pp. 1-8, 2017.3.6.

飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治, ``コグニティブ無線における協調センシングのための多腕バンディット問題を応用したグループ形成法,' 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2016-242), pp. 487-492, 2017.3.2-3.

西田 知弘, 笹部 昌弘, 笠原 正治, ``複数プライマリ・ユーザ型コグニティブ無線における協調センシングのための通信機会を考慮したセカンダリ・ユーザ間グループ形成手法,' 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2016-244), pp. 499-504, 2017.3.2-3.

Maeda, A., Kasahara, S., and Takahashi, Y., ``Dynamic Task Scheduling for Energy Harvesting Nodes in Wireless Sensor Networks,' ' The 11th International Conference on Queueing Theory and Network Applications (QTNA2016), Wellington, New Zealand, 13-15 December, 2016. (査読有) DOI:10.1145/3016032.3016054

Apichanukul, W., Kawahara, J., and Kasahara, S., ``Accuracy Improvement for Backup Tasks in Hadoop Speculative Algorithm,' ' 2016 IEEE International Conference on Computer and Information Technology (CIT), Nadi, Fiji, pp. 500-507, Dec. 7-10, 2016. (査読有) DOI:10.1109/CIT.2016.17

Tuchin, A. E., Sasabe, M., and Kasahara, S., ``A Simple Algorithm of Centralized Flow Management for Data Centers,' ' The 22nd Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2016), Yogyakarta, Indonesia, pp. 268-273, 25-27 August, 2016. (査読有)
DOI:10.1109/APCC.2016.7581436

Komatsu, N., Sasabe, M., and Kasahara, S., ``On Information Sharing Scheme for Automatic Evacuation Guiding System Using Evacuees' Mobile Nodes,' ' M. Younas, I. Awan, N. Kryvinska, C Strauss, and D. van Thanh Eds., Mobile Web and Intelligent Information Systems (The 13th International Conference on Mobile Web and Intelligent Information Systems (MobiWis 2016), Vienna, Austria, August 22-24, 2016), LNCS, vol. 9847, pp. 213-221, 2016. (査読有)
DOI:10.1007/978-3-319-44215-0_17

Sakata, T., and Kasahara, S., ``Multi-server Queue with Job Service Time Depending on a Background Process,' ' T. V. Do, Y. Takahashi, W. Yue, and V.-H. Nguyen Eds., Queueing Theory and Network Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 383, pp. 163-171, 2015. (Proceedings of The 10th International Conference on Queueing Theory and Network Applications (QTNA2015), Hanoi, Vietnam, 17-20 August, 2015.) (査読有)
DOI:10.1007/978-3-319-22267-7_15

6 . 研究組織

研究協力者

研究協力者氏名 : 笹部 昌弘
ローマ字氏名 : (SASABE, Masahiro)

研究協力者氏名 : 川原 純
ローマ字氏名 : (KAWAHARA, Jun)

研究協力者氏名 : 張 元玉
ローマ字氏名 : (ZHANG, Yuanyu)

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