

様式 C - 7 - 1

平成 29 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

| | | | | |
|----------|----|---------------|------|-------|
| 所属研究機関名称 | | 奈良先端科学技術大学院大学 | 機関番号 | 14603 |
| 研究代表者 | 部局 | 情報科学研究科 | | |
| | 職 | 教授 | | |
| | 氏名 | 笠原 正治 | | |

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 15H04008

3. 研究課題名 無線端末数爆発時代の自律分散協調メカニズム

4. 研究期間 平成 27 年度 ~ 平成 30 年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

本年度は複数プライマリユーザ(PU)が存在する環境下でセカンダリユーザ(SU)協調センシングを行うための合併・分離アルゴリズム, 多腕バンディット問題アルゴリズムを用いた最適グループ構成手法に関する性能評価, 及びゼロサプレス型二部決定グラフ(ZDD)の効率的な構築法を中心に研究を行った。複数PUが存在する環境下で協調センシングを行うための合併・分離アルゴリズムでは, NetLogoシミュレータを用いた提案手法の性能評価を行った。その結果, チャンネル利用率の低いプライマリユーザの使用チャンネルを利用するSU数が増大し, チャンネルの効率的利用が実現されていることが判明した。一方で, PUの近距離に位置するSU同士がグループ形成を行う傾向が観察され, 遠距離に位置するSUがグループ形成に加わるインセンティブメカニズムの必要性が明らかになった。多腕バンディット問題アルゴリズムを用いた最適グループ構成では, 検知の成功回数と失敗回数を計測して誤検知率を推定する手法について詳細な検討を行った。具体的には, 誤検知事象の発生が独立同一なベルヌイ過程に従うと仮定し, ベータ分布に従うベルヌイ分布のパラメータをトンブソン・サンプリングにより推定する手法を検討した。計算機シミュレーションより, SU自身が所属するグループの誤検知率を小さくするような行動をSUが学習することを確認した。しかしながら, 誤検知性能の高いSU同士がグループを構成する傾向にあることが観察され, システム全体の最適化に向けた方式の改良が必要であることが明らかになった。

ZDDの効率的な構築法については, グラフ分割集合を表すZDDに禁止したい連結な部分グラフを指定して, それらを連結成分として含まないようなグラフ分割全ての集合を表すZDDを得る手法を検討し, 数値実験によりその有効性を確認した。

7. 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

8. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

理由
コグニティブ無線における協調センシングに向けた自律分散協調メカニズムの研究としてSUのセンシング性能を既知とした合併・分離アルゴリズムと, SUのセンシング性能を未知とした機械学習のアプローチについて研究を展開した。前者の研究については当初目標を達成し, 遠距離に位置するSU同士がグループ形成を行えるようなインセンティブメカニズムの必要性が明らかになった。その対応策として現在SUの性能差による通信機会の提供方針について検討を進めている段階である。

多腕バンディット問題アルゴリズムを適用した研究では, 誤検知率のみの推定しか達成できていない。しかしながら, 形成されたグループにおけるチャンネル状態の推定方法を工夫することにより, 誤警報率についても推定可能であることが明らかになりつつあり, 現在新しい方式の提案と計算機シミュレーションによる性能評価実験を行なっている段階である。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

今年度は主に以下の項目について研究を推進する。
 (1) 貢献度に応じた自律分散的な通信機会割当法の確立
 現在までに検討してきた方式では、各SUに対して通信機会が均等に与えられるものと想定していたが、一般に個々のSUの検知制度は異なるため、協調センシングにおける検知率への貢献度（検知率貢献度）が異なるSU間で通信機会が等しくなるという不公平が生じていた。ここでは複数PU型コグニティブ無線を想定し、グループ内における検知率貢献度に応じて通信機会をSUに割り当てる協調センシングメカニズムを検討する。具体的には、PUからの距離や周囲の環境によって生じるSU毎の検知精度の違いに着目し、グループにおける協調センシングでの検知率に対する貢献度に応じた通信機会を各SUに割り当てる。このような協調センシングへのインセンティブにより、検知率の高いSUは検知率の低いSUとグループを形成することで自身の通信機会を増やすことを目指す一方、検知率の低いSUは検知率の高いSUとグループを形成することで制約条件を満たすことを目指す。
 (2) マルコフ連鎖モンテカルロ法を応用した検知率・誤警報率推定法
 協調センシングで適切なSUグループを形成するためには個々のSUの検知率、誤警報率などのセンシング特性に関する情報が必要となるが、個々のSUのセンシング特性がグループ形成開始時点で未知のときの自律分散型グループ形成法について検討を行う。ここではグループを形成した際にPUの通信状況をk-out-of-Nルールにより判断することで、誤検知と誤警報の両方を同時にSU自身が認識する手法を検討する。具体的には、誤検知と誤警報の発生履歴を基に、個々のSUが自身と他のSUの検知率と誤警報率の事後分布をマルコフ連鎖モンテカルロ法により推定することを試みる。

10. 研究発表（平成29年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|------------------|
| 1. 著者名 Kasai, Y., Sasabe, M., and Kasahara, S. | 4. 巻 2017:164 |
| 2. 論文標題 Congestion-Aware Route Selection in Automatic Evacuation Guiding Based on Cooperation between Evacuees and Their Mobile Nodes | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13638-017-0948-6 | 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 Hirai, T., Masuyama, H., Kasahara, S., and Takahashi, Y. | 4. 巻 印刷中 |
| 2. 論文標題 Performance Optimization of Parallel-Distributed Processing with Checkpointing for Cloud Environment | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Industrial and Management Optimization | 6. 最初と最後の頁 印刷中 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3934/jimo.2018014 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hara, T., Sasabe, M., and Kasahara, S. |
| 2. 発表標題 Short and Reliable Path Selection for Automatic Evacuation Guiding Based on Interactions between Evacuees and Their Mobile Nodes |
| 3. 学会等名 The 14th International Conference on Mobile Web and Intelligent Information Systems (MobiWis 2017)（国際学会） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Nishida, T., Sasabe, M., and Kasahara, S. |
| 2. 発表標題 Maximizing Communication Opportunity for Collaborative Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks |
| 3. 学会等名 International Telecommunication Networks and Applications Conference 2017 (ITNAC 2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |
| 1. 発表者名 Nakahata, Y., Kawahara J., Horiyama, T., and Kasahara, S. |
| 2. 発表標題 Enumerating All Rooted Shortest Path Forests Using Zero-suppressed Binary Decision Diagrams |
| 3. 学会等名 The 20th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation (WAAC 2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |
| 1. 発表者名 西田 知弘, 笹部 昌弘, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2017-81), pp. 61-66 |
| 4. 発表年 2017年 |
| 1. 発表者名 飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2017-82), pp. 67-72 |
| 4. 発表年 2017年 |

2 版

| |
|---|
| 1. 発表者名 原 崇徳, 笹部 昌弘, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 道路網におけるユーザの利己的行動と通信環境が分散型経路選択方式に与える影響 |
| 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, 第5回コミュニケーションクオリティ (CQ) 基礎講座ワークショップ -QoE・ユーザ行動に基づく通信サービスデザイン・制御 part 2- |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中畑 裕, 川原 純, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 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 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 香山 侑槻, 笹部 昌弘, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 Tit-for-Tat型P2Pファイル配信におけるピアのchurnが平均ファイル取得時間に与える影響 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 (NS2017-181), pp.79--84 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 萬代 光治, 川原 純, 笠原正治 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 (ICM2017-64), pp.49--54 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 飯塚 翔, 川原 純, 笠原 正治 |
| 2. 発表標題 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 |
| 3. 学会等名 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 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 原 崇徳, 笹部 昌弘, 笠原正治 |
| 2. 発表標題 道路網における情報共有とユーザの利己的行動が分散型経路選択方式に与える影響に関する一検討 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会2018年総合大会, 講演論文集, B-11-9 |
| 4. 発表年 2018年 |

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-