

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11972

研究課題名（和文）時間経過に伴い変化する動的システムのための進化計算手法の開発と応用研究

研究課題名（英文）Development and Applied Research of Evolutionary Computation Methods for Dynamic Systems Changing Over Time

研究代表者

林田 智弘（Hayashida, Tomohiro）

広島大学・先進理工系科学研究科（工）・准教授

研究者番号：20432685

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）：2020年度は、GAおよびPSOを基礎とする並列分散最適化手法の開発と、動的システムのための長期メモリを用いた最適化手法の開発を開始し、動的生産計画問題の定式化と数値実験を実施した。2021年度は、長期メモリを用いた並列分散型遺伝的プログラミングの開発と、最適化ルール抽出手法の開発に着手し、数値実験により有用性を確認した。2022年度はCOVID-19の影響で延長され、2023年度は研究成果の発表を中心に行った。研究は複数の国内外の学会で発表された。さらに、1本の学術論文が現在査読中である。特に、動的スケジューリング問題における提案手法の有用性が確認され、実践的な適用可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、遺伝的アルゴリズムおよび粒子群最適化手法を基礎とする並列分散最適化手法と、動的システムのための長期メモリを用いた最適化手法を開発した。これにより、動的生産計画問題の定式化と数値実験を通じて、動的環境における解探索の効率を大幅に向上させた。長期メモリを用いた並列分散型遺伝的プログラミングの開発と、最適化ルール抽出手法の確立を行い、その有用性を数値実験で確認した。特に、動的スケジューリング問題において提案手法の有用性が確認され、実践的な適用可能性が示されたことは、本研究の学術的意義を強く示している。

研究成果の概要（英文）：In 2020, we began developing parallel distributed optimization methods based on GA (Genetic Algorithms) and PSO (Particle Swarm Optimization), and optimization methods using long-term memory for dynamic systems. We also formulated and conducted numerical experiments on the dynamic production planning problem. In 2021, we developed parallel distributed genetic programming using long-term memory and began extracting optimization rules, confirming their utility through numerical experiments. The research was extended in 2022 due to the impact of COVID-19, and in 2023, we focused on presenting our findings. Our work has been presented at multiple domestic and international conferences, and one academic paper is currently under review. Notably, the proposed method's effectiveness in dynamic scheduling problems was confirmed, demonstrating practical applicability.

研究分野：最適化

キーワード：動的システム 進化計算 長期メモリ

1. 研究開始当初の背景

解析的厳密解法や解探索に基づく進化計算手法など、これまでに様々なシステムに対する最適化手法が提案されている。しかし、対象となるシステムが非線形関数で定義される場合や、不連続である場合、厳密解を求めることが難しく、GA (Genetic Algorithms) や PSO (Particle Swarm Optimization) などの進化計算手法を用いて準最適解を発見する手法が有効である。進化計算手法は解を試行錯誤的に探索するため、多くの計算コストが必要である。

製品製造過程の最適化、大型建造物内空調の最適管理、電力ネットワークの最適制御など、現実社会におけるシステム最適化を考えると、長期的な時間経過によるシステム特性の変化・変遷を伴う「動的システム」が多く存在する。動的システムは、天候等に依存してシステムが変化するように、同一あるいは類似状態が繰り返し生起する再現性、季節に依存して周期的に同様の状態が生起する周期性、時間経過に伴う変化が小さい場合に類似した状態が生起する連続性、他の状態とは特徴の大きく異なるシステムが低い頻度で生起する希少性などの特性を持つ。

動的システムでは最適解も時間経過とともに変化するため、その都度最適化が必要となる。再現性や周期性を考えると、動的システムが変化するたびに最適化することは非効率的である。動的システムは、過去に実施された求解過程において得られた問題の特徴や知見を活かして、効率的に最適化されるべきである。

大規模データを用いる人工知能技術の発展と社会進出に伴い、より大規模なシステムの最適化が求められる。動的システムにおける効率的最適化手法が構築されれば、「問題の特徴や知識を活かした最適解」をデータとして蓄積することで、現実の様々な動的システムに対する最適化のための知見が得られることが期待される。これが本研究の核心をなす学術的「問い」であり、本研究はそのための基礎研究と位置づけられる。

2. 研究の目的

本研究では、動的システムにおける効率的な進化計算手法の開発を目的とする。具体的には以下の4点である。

- (i) システムのための並列分散最適化を用いた個体群多様性と解探索集中化の実現
GA や PSO などの進化計算手法が局所最適解に収束しがちな点を解消するため、島モデル GA などの並列分散型の進化計算手法を用い、部分個体群間の情報交換を必要最低限にしつつ、長期メモリの導入を考慮した並列分散最適化手法を開発する。
- (ii) 動的システムのための長期メモリを用いた並列分散進化計算手法の開発
周期的に変化する動的システムに対応するため、長期メモリを導入し、システムの特徴量とその時の準最適解を記録することで、解探索情報を長期的に保持する手法を開発する。
- (iii) 動的システムに対する最適化ルール抽出手法開発
長期メモリに蓄積された情報からシステムの特徴量に基づく「ルール」を統計的に抽出し、関数同定、自動プログラム生成、パターン認識などに応用可能な GP (Genetic Programming) によるルール抽出を検討する。
- (iv) 現実的な動的システムへの適用研究
現実社会における動的システムへの適用実験を行い、動的生産計画問題や空調最適化問題、小売店の仕入れ量最適化問題や時間割決定問題などを対象に、(i) および (ii) で開発した手法の適用研究を行う。特に、動的生産計画問題や空調最適化問題については最適化ルール抽出の有効性評価を行う。
これまでの研究では、動的システムを静的システムに近似可能な短期間の部分問題に分割して最適化する手法が提案されているが、本研究では、動的システムの周期性や再現性に着目した長期メモリ導入による計算効率化と汎用ルール抽出手法の構築が学術的独自性と創造性である。

3. 研究の方法

まず、「GA や PSO を基礎とする並列分散最適化手法の開発」と「動的システムのための長期メモリを用いた最適化手法の開発」を順次実施する。同時に、現実問題への調査適用を行う。この段階では、動的システムの特徴を考慮し、最適化手法の基盤を構築する。次に、「動的システムに対する最適化ルール抽出手法の開発」に取り組む。これまでに開発した並列分散最適化手法と長期メモリを活用し、動的システムの特徴量に基づくルールを統計的に抽出する手法を確立する。これにより、動的システムに対する効率的な最適化が可能となる。本研究課題は、研究分担者である県立広島大学経営情報学部の広谷大助准教授が現実問題の定式化や導出された最適解やルール抽出の妥当性評価を担当する。

このようにして、本研究は動的システムに対する効率的な進化計算手法の開発とその実践的な適用を目指して進められる。研究の各段階で得られた知見を基に、現実の動的システムに対する最適化手法の改良と適用を繰り返し、最終的に動的システムの効率的な最適化を実現する。

4. 研究成果

本研究課題は、時間の経過とともにシステムの特性が変化する動的システムに対する効率的な進化計算手法の開発を目的としている。動的システムとは、時間と共に変動する環境や条件の下で動作するシステムであり、その特性は一定ではなく、時間の経過とともに変化する。このようなシステムの例として、製品製造過程の最適化、大型建造物内空調の最適管理、電力ネットワークの最適制御などが挙げられる。これらのシステムは、外部環境の変化や内部の状態遷移に応じて動作が変わるため、従来の静的な最適化手法では対応が難しい。

動的システムでは、最適解も時間とともに変化するため、常に新たな最適解を求める必要がある。例えば、製品製造過程では、需要の変動や供給チェーンの変化に応じて生産計画を動的に調整する必要がある。大型建造物の空調管理では、外部の気象条件や建物内の利用状況に応じて空調設定を最適化することが求められる。電力ネットワークの最適制御においては、電力需要の変動や再生可能エネルギーの供給量の変動に対応するために、リアルタイムでの制御が必要となる。これらの動的システムに対しては、時間とともに変動する条件に適応し続けることが重要である。

本研究課題では、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, GA) や粒子群最適化 (Particle Swarm Optimization, PSO) などの進化計算手法を用いて、動的システムにおける効率的な最適化を目指した。進化計算手法は、生物の進化過程を模倣したメタヒューリスティックな最適化手法であり、適応性の高い解探索が可能である。GA は、遺伝子の突然変異や交叉を利用して解探索を行う手法であり、多様な解を生成しながら最適解を見つけることができる。PSO は、粒子と呼ばれる個体群が群れとして移動しながら最適解を探索する手法であり、個体間の情報共有を通じて効率的に解を見つけることができる。

特に本研究課題では、並列分散型の手法と長期メモリを組み合わせることで、システムの変化する特性に対応し、解探索の効率を向上させることを目的とした。並列分散型手法は、複数の個体群が並行して解探索を行うことで、解探索の多様性を確保しながら計算時間を短縮することができる。各個体群が独立に探索を行うため、異なる局所最適解を同時に探索することが可能となり、より広範な解空間を探索することができる。さらに、長期メモリを導入することで、過去の探索結果を蓄積し、再利用することができる。これにより、類似の問題に対する探索効率を大幅に向上させることができる。具体的には、長期メモリに蓄積されたデータを基に、動的システムの特性を学習し、将来の変化を予測する手法を開発した。例えば、製品製造過程では、過去の生産データや需要データを長期メモリに蓄積し、それを基に将来の需要変動を予測して生産計画を立てる。大型建造物の空調管理では、過去の気象データや利用状況データを基に、将来の空調需要を予測して最適な空調設定を行う。電力ネットワークの最適制御においては、過去の電力需要データや供給データを基に、将来の電力需要変動を予測してリアルタイムでの制御を行う。以上のように、本研究課題は、動的システムに対する効率的な進化計算手法の開発を目的としており、従来の静的な最適化手法では対応が難しいシステムに対しても、適応的かつ効率的な最適化を実現することを目指している。これにより、製造業、エネルギー管理、建物管理などの多様な分野での応用が期待されている。

2020年度には、GA および PSO を基礎とする並列分散最適化手法を開発し、動的システムのための長期メモリを用いた最適化手法の開発を開始した。この手法は、複数の並列計算ノードを活用することで、計算資源を効率的に利用し、探索空間全体の多様性を保ちながら解を探索することを可能にした。具体的には、並列分散型の進化計算アルゴリズムを設計し、各ノードで独立した個体群が並列して探索を行うアプローチを採用した。これにより、各ノードが独自の進化を遂げることで、異なる局所最適解を探索する能力が向上した。また、この手法は、島モデル GA の考え方を参考にしており、複数の部分個体群に分割し、それぞれが並列して解探索を行う。各部分個体群は一定期間ごとに情報交換を行い、他の個体群の優れた遺伝情報を取り入れることで、解探索の多様性と集中性を両立させる。これにより、解探索の幅を広げつつ、最適解への収束を促進し、局所最適解に陥るリスクを低減することができる。さらに、長期メモリを導入することで、過去の解探索結果を保持し、同様の状況に遭遇した際に迅速に適応できるようにしている。この長期メモリは、過去の解探索データを蓄積し、再利用することで、解探索の効率を向上させる役割を果たす。これにより、動的生産計画問題における効率的な最適化が可能となり、初期の数値実験でもその有用性が示された。

2021年度には、長期メモリを用いた並列分散型遺伝的プログラミング (GP) の開発に着手し、最適化ルール抽出手法の開発も進めた。並列分散型 GP は、複数の計算ノードで並行して動作し、各ノードが異なる部分問題を解決するためのプログラムを進化させる。この手法により、大規模で複雑な問題に対しても効率的にアプローチできるようになった。長期メモリを用いることで、動的システムの周期性や再現性に基づく特徴量とその時の準最適解を長期的に保持することが可能となった。具体的には、長期メモリに蓄積されたデータからシステムの特徴量を抽出し、その情報を用いて未来の解探索を効率化する手法を開発した。数値実験を通じて、長期メモリを利

用することで解探索の精度が向上し、計算コストも削減できることが確認された。また、GP を用いた最適化ルールの抽出により、動的システムに特有のルールを導出し、その実践的な適用可能性を示した。例えば、生産計画の最適化では、生産ラインの効率を最大化するための特定の操作ルールや調整方法を見つけ出すことができた。

2022 年度は COVID-19 の影響で研究が一部延長されたが、2023 年度には研究成果の発表を中心にを行った。この期間中、研究チームは提案手法の実装と実際のシステムへの適用を進め、多くの実証実験を行った。動的スケジューリング問題における提案手法の有用性を実証した。これにより、従来の経験的な手法では得られなかった新たな知見やルールを獲得することができた。特に、動的スケジューリング問題において、提案手法がどのように効率的に最適解を導出し、実際の運用においてどのように役立つかを具体的に示すことができた。例えば、製造業における生産ラインのスケジューリングでは、需要変動に柔軟に対応し、生産効率を最大化するための動的スケジュールを生成することができた。

これらの成果により、提案手法の実践的な有用性が確認され、様々な分野での応用可能性が示された。本研究は、動的システムに対する進化計算手法の適用において、効率的かつ柔軟な解決策を提供することを目指しており、その成果は多岐にわたる応用分野での実践的な価値を示している。

本研究の成果は、動的環境における解探索の効率を大幅に向上させた点にある。特に、長期メモリを用いた並列分散型遺伝的プログラミングの開発と最適化ルール抽出手法の確立は、動的スケジューリング問題への適用において実践的な有用性を示している。これにより、動的システムにおける最適化プロセスを効率化し、長期的な視点からの解探索が可能となった。さらに、動的システムの周期性や再現性を考慮した手法の開発により、現実の複雑なシステムにも適用可能な汎用的な最適化手法を提供することができた。これらの応用例は、本研究が実際の社会問題に対して有効な解決策を提供できることを示しており、今後のさらなる発展が期待される。

具体的な成果として、以下の雑誌論文がある：

「異なる進化規則を持つ島モデル型分散遺伝的アルゴリズムの開発」電気学会論文誌 C, 2022 年
この論文では、島モデル GA の異なる進化規則を組み合わせた分散遺伝的アルゴリズムを提案し、その性能を評価した。各島が独自の進化規則を持ち、定期的に情報交換を行うことで、解探索の多様性と収束速度を向上させる方法を示している。実験結果から、提案手法が従来の GA に比べて優れた性能を示すことが確認された。

「動的スケジューリング問題のための長期メモリを用いた並列分散遺伝的プログラミング」、システム制御情報学会論文誌, 2022 年
この論文では、長期メモリを導入した並列分散型の遺伝的プログラミング手法を提案している。特に、動的スケジューリング問題のために改良されており、長期メモリを用いたスケジューリング問題を構成するジョブ群の特徴抽出と、それに合致した個体群を選択する手法となっている。実験結果から、提案手法により動的スケジューリング問題に対して優れた性能を持つことが確認された。

「Parallel Distributed Genetic Programming using Long-term Memory for Dynamic Scheduling Problems」Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers, 2022 年
この論文では、ガウス過程回帰を導入した二群協調型 PSO を提案し、その性能を評価した。ガウス過程回帰により、探索空間の予測を行い、探索効率を向上させる方法を示している。実験結果から、提案手法が従来の PSO に比べて優れた性能を示すことが確認された。

さらに、本研究課題において計 16 件の学会発表が行われた。これらの学会発表は、動的システムに対する進化計算手法の開発と応用に関する最新の研究成果を広く共有することを目的としており、国内外のさまざまな学会会議やシンポジウムにおいて発表された。2021 年度には、主に並列分散型の遺伝的アルゴリズム (GA) および粒子群最適化 (PSO) を用いた動的システムの最適化手法の開発に焦点が当てられました。具体的には、異なる進化規則を持つ島モデル型分散 GA の開発や、ガウス過程回帰を用いた二群協調型 PSO の改良に関する成果が報告された。これらの研究は、動的システムにおける解探索の効率向上を目指しており、複雑なシステムに対しても高い適応力を持つ手法の提案が行われた。2022 年度には、長期メモリを用いた最適化手法の開発とその応用に関する研究が中心であった。特に、動的スケジューリング問題や生産計画問題に対する最適化ルールの抽出とその適用に関する研究成果が発表された。これらの研究は、長期メモリを利用することで過去のデータを活用し、将来の解探索を効率化する手法を提案しており、動的環境における最適化プロセスの効率向上に寄与するものであった。2023 年度には、特に動的スケジューリング問題の具体的な応用事例に焦点を当て、提案手法の実践的な有用性を実証する内容が含まれていた。これにより、提案手法が実際の運用環境においてどのように効

果を発揮するかが具体的に示された。総括すると、これらの学会発表を通じて、本研究課題は動的システムに対する進化計算手法の開発と応用において顕著な成果を挙げたと言える。並列分散型の最適化手法や長期メモリを活用した手法の提案により、動的環境における解探索の効率と精度を大幅に向上させることができた。また、具体的な応用事例を通じて、提案手法の実践的な有用性を実証し、さまざまな分野での応用可能性を示すことができた。これらの成果は、今後の研究や実用化に向けた重要な基盤となるものであり、動的システムの最適化に関する新たな知見と技術を提供することが期待される。

今後の展望として、本研究課題の成果を基に、さらに複雑な動的システムへの適用を目指し、最適化手法の改良と拡張を進める予定である。特に、マルチエージェントシステムや深層学習（Deep Learning）との組み合わせにより、より高度な最適化手法の開発を目指す。また、実際の産業応用に向けたプロジェクトを立ち上げ、企業との連携を強化していく予定である。これにより、研究成果を実社会に還元し、さらなる社会貢献を果たしていきたい。

具体的な応用例としては、エネルギー管理の分野では、太陽光発電や風力発電の最適化、電力需要予測などが挙げられる。これにより、再生可能エネルギーの利用効率を最大化し、持続可能なエネルギー利用の推進に寄与することが期待される。製造業では、生産スケジューリングや品質管理の最適化により、生産効率の向上とコスト削減が可能となる。物流分野では、配送ルート最適化や在庫管理の効率化により、配送コストの削減と顧客満足度の向上が図られる。また、医療分野では、患者スケジューリングや治療計画の最適化により、医療資源の効率的な利用と患者の治療効果の向上が期待される。

以上のように、本研究は動的システムに対する進化計算手法の開発とその応用において顕著な成果を挙げている。今後の研究では、さらなる現実問題への適用と手法の改良を通じて、動的環境における最適化の効率化を追求する予定である。具体的には、新しいアルゴリズムの開発や既存手法の改良を通じて、解探索の効率と精度を向上させる。また、複数の動的システムに対する実証実験を通じて、提案手法の実践的な有用性を確認し、産業界や社会全体への貢献を目指す。これにより、動的システムの最適化に関する新たな知見と技術を提供し、科学技術の発展と社会の発展に寄与する研究に携わっていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 Hayashida Tomohiro, Hirotsu Daisuke, Nishizaki Ichiro, Sekizaki Shinya, Maeda Ibuki | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 Parallel Distributed Genetic Programming using Long-term Memory for Dynamic Scheduling Problems | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers | 6. 最初と最後の頁 93 ~ 100 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5687/iscie.35.93 | 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 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也, 持田 大岳 | 4. 巻 141 |
| 2. 論文標題 異なる進化規則を持つ島モデル型分散遺伝的アルゴリズムの開発 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 電気学会論文誌C | 6. 最初と最後の頁 1430-1436 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.141.1430 | 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 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也, 柏原 優樹 | 4. 巻 36 |
| 2. 論文標題 ガウス過程回帰を用いたTwo-swarm Cooperative PSO の改良 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 199-211 |
| 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 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16件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Tomohiro Hayashida, Ichiro Nishizaki, Shinya Sekizaki, and Masato Ono |
| 2. 発表標題 Decision making procedure based on multiattribute utility theory using Bayesian inference |
| 3. 学会等名 2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2022) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林田 智弘, 西崎一郎, 関崎 真也, 柏原 優樹 |
| 2. 発表標題 ガウス過程回帰に基づく推定を導入した二群協調型粒子群最適化手法 |
| 3. 学会等名 電気学会: システム・制御合同研究会 「制御工学と機械学習の最新動向」 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林田 智弘, 廣谷 大助, 西崎一郎, 関崎 真也, 前田 伊吹 |
| 2. 発表標題 周期的需要のある動的スケジューリング問題のための遺伝的プログラミングを用いた優先度規則 |
| 3. 学会等名 電気学会: システム・制御合同研究会 「制御工学と機械学習の最新動向」 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 柏原 優樹, 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也 |
| 2. 発表標題 ガウス過程回帰を用いたTCPSOの解探索過程の効率化 |
| 3. 学会等名 2022年電気学会 電子・情報・システム部門大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 前田 伊吹, 林田 智弘, 広谷 大助, 西崎 一郎, 関崎 真也 |
| 2. 発表標題 進化計算手法により得られた周期性のある動的スケジューリング問題のためのルールに対する考察 |
| 3. 学会等名 2022 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也 |
| 2. 発表標題 K平均法を用いた二段階粒子群最適化手法の改良 |
| 3. 学会等名 2022 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也, 柏原 優樹 |
| 2. 発表標題 ガウス過程を用いたTCPSOの改良 |
| 3. 学会等名 第66回システム制御情報学会研究発表講演会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 前田 伊吹, 林田 智弘, 広谷 大助, 西崎 一郎, 関崎 真也 |
| 2. 発表標題 周期性のある動的スケジューリング問題のためのエリート個体を用いた並列遺伝的プログラミングの提案 |
| 3. 学会等名 2021 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 林田 智弘, 広谷 大助, 西崎 一郎, 関崎 真也, 前田 伊吹 |
| 2. 発表標題 周期的な動的環境のための遺伝的プログラミングの開発とスケジューリング問題への適用 |
| 3. 学会等名 第65回システム制御情報学会研究発表講演会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Daisuke Hirotsu, Tomohiro Hayashida, Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki and Ibuki Maeda |
| 2. 発表標題 An Evolutionary Method of Computation for Dynamic Scheduling Problems with Periodic Demand |
| 3. 学会等名 2021 IEEE 12th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA2021) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 広谷 大助, 前田 伊吹, 林田 智弘, 西崎 一郎, 関崎 真也 |
| 2. 発表標題 周期性を持つ需要を伴う動的スケジューリング問題に対する長期メモリを用いた進化計算手法 |
| 3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会・2021年春季研究発表会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tomohiro Hayashida, Ichiro Nishizaki, Shinya Sekizaki, and Yuki Kashihara |
| 2. 発表標題 Two-swarm cooperative particle swarm optimization including prediction using Gaussian process regression |
| 3. 学会等名 The 2023 IEEE conference on System, Man, and Cybernetics (IEEE SMC2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuki Kashihara, Tomohiro Hayashida, Ichiro Nishizaki and Shinya Sekizaki |
| 2. 発表標題 Improving TCPSO solution search performance using Gaussian process regression |
| 3. 学会等名 The 27th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Daisuke Hirotoni, Tomohiro Hayashida, Shinya Sekizaki, Ichiro Nishizaki and Ibuki Maeda |
| 2. 発表標題 Best dispatching rule analysis for dynamic scheduling problem with periodical demand |
| 3. 学会等名 the 2023 International IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 広谷大助, 林田智弘, 西崎一郎, 関崎真也, 前田伊吹 |
| 2. 発表標題 周期性を持つ需要を伴う動的スケジューリング問題に対する最適ディスパッチルールの特性分析 |
| 3. 学会等名 日本経営工学会2023年春季大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林田智弘, 広谷大助, 西崎一郎, 関崎真也, 前田伊吹 |
| 2. 発表標題 動的スケジューリング問題のための並列分散構造GPの改良とルール分析 |
| 3. 学会等名 第67回システム制御情報学会研究発表講演会 |
| 4. 発表年 2023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 |
|-----------|---|--|----|
| 研究 分担者 | 広谷 大助 (Hirotoni Daisuke) (30432686) | 県立広島大学・地域創生学部・准教授 (25406) | |

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