

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00331

研究課題名(和文) 進化型多目的最適化における探索履歴を活用した新たなメタ戦略メカニズムの開発

研究課題名(英文) Development of a new hyper-heuristic mechanism using search history for evolutionary multi-objective optimization

研究代表者

渡邊 真也 (Watanabe, Shinya)

室蘭工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：30388136

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)：進化型多目的最適化において適応的に探索戦略を変化させるメタ戦略に基づく2つの手法の開発を行った。これらは、MOEA/Dにおける集約関数の動的な選択を実現する手法と子個体生成において交叉と分布推定を状況に応じて切り替える手法であり、それぞれ優れた性能を示すことができた。また、計算回数資源が非常に限られた場合や設計変数が千を超える超多変数の問題といった場合に特化した手法についても開発を行い、いずれも良好な結果を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、従来までの固定された探索戦略に基づく進化計算手法に比べ、適応的に探索戦略を変化させることで、大きく探索効率を向上させるだけでなく、内部パラメータの数自体も減らすことを示した。この研究成果は、単に進化計算手法の性能を向上させただけでなく、進化計算手法の実用性を大いに高めることができたと考えている。また、計算回数資源が非常に限られた場合や超多変数の問題といった高い困難性を有する問題に特化した手法を提案することで、進化計算手法の応用範囲を広げることができたと考えている。

研究成果の概要(英文)：This research developed two new approaches based on adaptive meta-strategy and succeeded in indicating these superior performances in computational simulations. These are an adaptive control mechanism for aggregation functions (scalarizing functions) of MOEA/D and an adaptive approach combining crossover and estimation of distribution. Also, we proposed two new customized approaches, one is for under the very limited computational cost and the other is for large-scale global optimization problems. Through applying these approaches to widely used benchmark problems, the effectiveness of these can be indicated.

研究分野：ソフトコンピューティング関連

キーワード：進化型多目的最適化 メタ戦略 進化計算

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

進化型多目的最適化 (Evolutionary Multi-criterion Optimization: EMO)を含む進化計算に関する研究は、実問題に対する応用事例を含め幅広い領域において数多く報告されており、そのアプローチも膨大な数が提案されている。しかしながら、これまでに開発されたアプローチの多くは探索戦略が固定されており、特定の問題に対して強みを持つものの異なる特徴を持つ問題に対しては非効率であるなど汎用性および効率性の面で大きな問題が残されている。

この問題点に対する有望な解決策の1つは、探索状況に応じて適応的に戦略を変化させるメタ戦略であり、特に探索履歴情報を活用することで対象とする問題の特性、探索の状況に応じた効率的な探索を期待することができる。近年、進化計算分野におけるメタ戦略に関する研究事例が報告されるようになってきたものの、その多くは限られた内部パラメータの自動調整に関するものであり、探索履歴の情報分析を通して多面的に探索戦略を変化させるものではない。

そこで、本研究では単目的、多目的を対象にした進化計算の分野において様々なメタ戦略の視点に基づくアルゴリズムの改良、新たな探索フレームワークの提案を行い、進化計算手法のさらなる高性能化、高実用化を試みた。

2. 研究の目的

本研究では、図1に示すような探索履歴の情報をメタ戦略決定のために活用し問題特性や探索の状況に合わせた知的な最適化の実現を目指す。特に、探索過程で得られた履歴および推移、解の更新度合いといった複合的な情報から、その時々最適な戦略に切り替えながら探索するようなメカニズムの実現を目的とする。

本研究では、単目的、多目的の進化計算に対して、下記に示す3つの視点に基づくメタ戦略的要素を含んだ手法を提案し、その有効性を検証した。

- (1) 探索状況に応じた適応的子個体生成
- (2) 問題の特性を考慮した探索
- (3) 複数戦略の併用

また、代表的なテスト関数に対する適用だけでなく、看護師勤務表作成問題や Dial-A-Ride-Problem といった様々な実問題を対象にした最適化手法の研究も進め、高い実用性を志向した手法の開発にも取り組んだ。

3. 研究の方法

本申請では、前章で述べた3つの視点に基づき(1)高次元最適化問題に対する低次元化を利用した新たなフレームワーク、(2)MOEA/Dにおける集約化関数の適応的選択、(3)EMOにおける親個体情報と解分布情報を併用した適応的子個体生成手法の大きく3テーマの研究を進めてきた。

以下、具体的な取り組み内容について、これら3種類の研究ごとに分けて示す。

(1) 高次元最適化問題に対する低次元化を利用した新たなフレームワーク

従来の最適化問題に比べより高次元な最適化問題は、LSGO(Large Scale Global Optimization)問題と呼ばれ、近年、特に盛んに研究されている。高次元最適化問題は、単に探索空間が広いというだけでなく、次元の呪い(curse of dimensionality)と呼ばれる現象が発生し、低次元の最適化問題と比べ質の良い解を得る事が非常に困難であるという特徴を持つ。

本研究では、LSGO に対する新たな最適化フレームワークとして、変数のグルーピングと低次元化処理の2つのメカニズムに基づく新たな最適化フレームワークを提案する。我々は、提案フレームワークその特徴から FRONTIER(the Framework of a heuristic Optimization algorithm based on reduction search space using dimension reduction method and grouping method)と名づけた。FRONTIER のアルゴリズムのフローを図2に示す。

図2から分かるように、FRONTIER は高次元の探索空間を各設計変数の特徴に基づき複数のグループに分割し、さらに分割した部分問題ごとに低次元化処理を行い低次元空間での最適化を行うことで高次元問題の効率的な最適化を実現している。低次元化処理では、主成分分析を用いた探索空間の低次元化を行い、探索すべき変数を削減している。さらに、元の変数空間との対応関係を考慮する事で少ない変数数で実質的な高次元最適化を実現している。



図1: 探索履歴を活用した戦略決定メカニズムの概念図

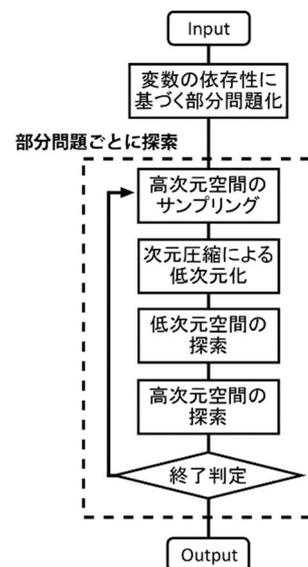


図2: FRONTIER アルゴリズムのフロー

(2) MOEA/Dにおける集約化関数の適応的選択

現在、最も強力な EMO アルゴリズムの 1 つとして知られる MOEA/D (A Multiobjective Evolutionary Algorithm Based on Decomposition) は、多目的問題を複数の単目的問題に分解して解く事により非常に優れた探索性能を実現している。しかしながら、単目的化する際に用いる集約関数には Weighted Sum, Tchebycheff, PBI (Penalty-based Boundary Intersection), IPBI (Inverted Penalty-based Boundary Intersection) など様々な関数があり、事前に最適な集約関数を予測することは非常に難しい。どのような集約関数を選択するかによる探索への影響は非常に大きく、その選択をいかに適切に行うかが探索の成否に大きく影響する。

本研究では、複数の異なる集約関数を動的に制御することでユーザにとって煩雑かつ負荷が高い集約関数の選択および集約関数に関わるパラメータの設定という問題の解決を試みた。本研究では、提案する動的制御アプローチをその特性から ADAPT (ADaptive control of Aggregation function dePENDING on a search condiTION) と名づけた。ADAPT の概念図を図 3 に示す。

図 3 に示すように ADAPT では、複数の集約関数を同時に用いて、探索の状況に応じてそれらの集約関数を使い分けるという概念に基づいている。本アプローチではそれぞれの集約関数ごとにアーカイブ母集団を用意し、一定世代毎に集約関数の評価を行い、もっとも評価の高い集約関数とその時点における最適なものとして採用している。重要な点は、新規個体が生成された際にはすべての集約関数に対応した個体集合の更新を同時に行うことで、集約関数ごとの個体集合が常に最新の状態に保たれる点である。

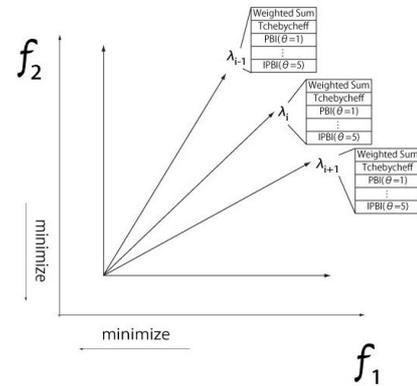


図 3 : ADAPT の概念図

(3) EMO における親個体情報と解分布情報を併用した適応的子個体生成手法

進化型多目的最適化における新たな子個体生成方法として、探索状況に応じて親個体を組み合わせて子個体を生成する交叉と個体集団の分布を利用し新規個体を生成する分布推定を切り替えるアプローチを提案した。提案手法は、新規個体生成における交叉と分布推定が正反対の特徴を持つことに注目し、それぞれの強みが活かされる探索状況で利用することで探索効率の向上を図ったものである。提案手法が MOEA/D に基づいていることから、MOEA/D Combined with Estimation of Distribution (MOEA/D-CED) と名づけた。MOEA/D-CED のアルゴリズムフローを図 4 に示す。

図 4 から分かるように MOEA/D-CED では、交叉 (CX) と分布推定 (ED) を探索状況に応じて切り替えている。具体的には、探索更新度合いを履歴として保存しておき、更新が一定期間行われない場合に、探索停滞と判断し他方に切り替えるという考えに基づいている。

4. 研究成果

ここでも前章と同様、1) 高次元最適化問題に対する低次元化を利用した新たなフレームワーク、(2) MOEA/D における集約化関数の適応的選択、(3) EMO における親個体情報と解分布情報を併用した適応的子個体生成手法の 3 テーマごとに分けて、それぞれの成果について述べる。以下、具体的な取り組み内容について、これら 3 種類の研究ごとに分けて示す。

(1) 高次元最適化問題に対する低次元化を利用した新たなフレームワーク

超高次元最適化問題に対して低次元化した空間を活用する FRONTIER の実験結果について示す。LSGO 分野において広くベンチマーク問題として利用されている CEC2010 Benchmark functions (1000 変数, 20 問) に対して、LSGO において現在もっとも優れた手法の 1 つとして知られる FI (Fast Interdependency Identification) との比較実験を行った。ここでは紙面の都合上、実験結果の 1 部を図 5 に示す (図中、赤い太枠は差が顕著であったことを示す)。

図 5 から分かるように、ほぼすべての問題において同等程度以上の性能を示しており、F2 や F4 といった幾つかの問題では明らかに優れていることが示されている。また、探索の推移という観点で分析した結果、FRONTIER はより少ない評価回数の段階で良質な解を探索できていることを確認することができた。

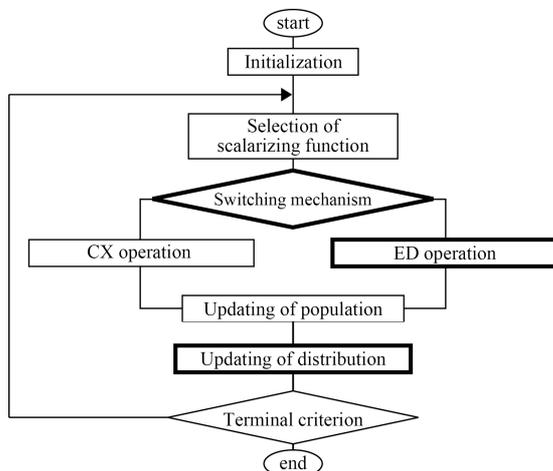


図 4 : MOEA/D-CED のアルゴリズムフロー

#F		FII	FRONTIER
F ₁	best	1.47e-04	4.38e-02
	average	3.39e-03	1.12e-01
	std	1.83e-02	6.67e-02
F ₂	best	8.55e+02	5.41e+02
	average	9.14e+02	5.96e+02
	std	3.54e+01	2.77e+01
F ₃	best	7.05E-01	2.11e-02
	average	9.90e-01	3.43e-02
	std	1.34e-01	2.67e-02
F ₄	best	4.02e+11	3.74e+11
	average	1.55e+12	6.69e+11
	std	1.04e+12	4.02e+11
F ₅	best	6.96e+07	7.06e+07
	average	9.41e+07	1.00e+08
	std	1.62e+07	1.99e+07
F ₆	best	1.07e+00	2.30e-02
	average	2.91e+05	2.69e-02
	std	4.51e+05	2.83e-03
F ₇	best	2.08e+02	1.08e+03
	average	1.24e+03	3.95e+03
	std	7.67e+02	2.83e+03
F ₈	best	8.19e+07	8.53e+07
	average	1.22e+08	1.23e+08
	std	4.03e+07	3.97e+07
F ₉	best	2.78e+07	1.79e+07
	average	3.51e+07	2.05e+07
	std	3.25e+06	1.75e+06
F ₁₀	best	1.86e+03	1.87e+03
	average	2.98e+03	2.00e+03
	std	6.14e+01	6.53e+01

図 5 : FRONTIER に関する実験結果

を用いた結果よりも優れた結果を示しているのがわかる。これは、様々な集約関数が適

	WFG1	WFG2	WFG3	WFG4	WFG5	WFG6	WFG7	WFG8	WFG9
Weighted	4.984	8.722	8.132	5.484	5.967	6.107	5.889	4.977	6.687
Tchebycheff	3.947	8.879	8.140	5.197	5.803	6.059	5.391	4.985	6.260
PBI(θ=1)	3.675	8.510	9.273	7.830	7.761	7.572	6.580	4.334	7.411
PBI(θ=2)	4.121	8.564	10.192	8.017	7.998	7.716	7.119	5.167	7.467
PBI(θ=3)	3.887	8.779	10.259	7.885	7.981	7.699	7.032	5.496	7.384
PBI(θ=4)	3.881	8.933	10.204	7.791	7.934	7.750	7.043	5.790	7.273
PBI(θ=5)	3.855	9.027	10.235	7.789	7.881	7.762	7.005	5.819	7.301
IPBI(θ=1)	2.041	8.019	7.787	4.892	5.496	5.856	5.408	4.616	5.777
IPBI(θ=2)	1.603	7.465	7.575	4.672	5.296	5.609	4.708	4.513	5.204
IPBI(θ=3)	1.447	7.109	7.433	4.560	5.298	5.438	4.628	4.413	5.228
IPBI(θ=4)	1.352	6.924	7.339	4.542	5.242	5.421	4.471	4.360	5.044
IPBI(θ=5)	1.306	6.743	7.350	4.525	5.155	5.383	4.438	4.248	4.902
ADAPT	3.846	9.160	10.376	8.174	8.041	7.861	7.224	6.093	7.649

図 6 : ADAPT に関する実験結果

Problem	Non-separable	MO-CMA-ES (only ED)	MOEA/D (only CX)	MOEA/D-CED (CX + ED)
WFG1	×	1.5509	1.4455	1.4304
WFG2	○	0.78171	0.37664	0.36100
WFG3	○	0.81257	0.48823	0.48131
WFG4	×	0.57191	0.27303	0.24220
WFG5	×	0.26670	0.12360	0.13285
WFG6	○	0.14009	0.15722	0.13629
WFG7	×	0.77179	0.38612	0.36960
WFG8	○	0.87724	0.27052	0.23419
WFG9	○	0.22347	0.13511	0.11256

図 7 : ADAPT に関する実験結果

(2) MOEA/D における集約関数の適応的選択

MOEA/D において集約関数を適応的に切り替える ADAPT の実験結果を示す。

ここでは EMO の分野において最も良く利用されるベンチマーク問題である WFG(WFG1-9)に対して、様々な集約関数を単独で用いた場合との比較実験を行った。この分野において最も代表的な評価指標である HV(Hyper Volume)の結果を図 6 に示す。HV 値は大きいほど解の質が高いことを意味する。

図 6 から分かるようにほとんどの問題においてどの集約関数適応的に利用されること、各集約関数で性質の異なる母集団が保存され、全体として良質で多様な母集団が保存されるようになった効果によるものと考えられる。

(3) EMO における親個体情報と解分布情報を併用した適応的子個体生成手法

交叉(CX)と分布推定(ED)を組み合わせた MOEA/D-CED の結果について示す。

先ほどの ADAPT の結果と同様、代表的なベンチマーク問題である WFG に対して交叉だけを用いる場合、分布推定だけを用いる場合との比較実験を行った。ここでは、真の解との誤差(離れ具合)である IGD の値を図 7 に示す。IGD は真の解との誤差を表すため小さな値ほど高品質な解であることを意味する。

図 7 から分かるようにほとんどの問題において良好な結果を示しており、状況に応じて新規個体の生成方法を切り替えることにより探索の停滞を回避し、効率的な探索が行えていることを確認することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 開発拓也, 渡邊真也	4. 巻 9
2. 論文標題 厳しい計算回数制限下における多変数最適化問題への効果的アプローチの提案: 複数車種の同時最適化ベンチマーク問題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 進化計算学会論文誌	6. 最初と最後の頁 93-102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11394/tjpnsec.9.93	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 藤川貴弘, 照井勇輔, 渡邊真也, 米本浩一	4. 巻 9
2. 論文標題 リニアエアロスバイクエンジンの多目的設計最適化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 進化計算学会論文誌	6. 最初と最後の頁 61-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11394/tjpnsec.9.61	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 Klairung PONANAN, Tanapun SRICHANTHAMIT, Woramol Chaowarat WATANABE, Shinya WATANABE, Hidetsugu SUTO	4. 巻 18
2. 論文標題 A Framework of Supporting System for Optimizing Information Flow in International Trade Transaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of Japan Society of Kansei Engineering	6. 最初と最後の頁 95-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-18-00040	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 該当する
1. 著者名 賀川祐太郎, 渡邊真也, 金崎雅博, 依田 英之, 千葉一永	4. 巻 8
2. 論文標題 相関ルールに基づく非劣解分析システムのオンデマンド化	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 進化計算学会論文誌	6. 最初と最後の頁 75-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11394/tjpnsec.8.75	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 Junya Inafune and Shinya Watanabe	4. 巻 21
2. 論文標題 The proposal of a new approach combining branch & price and metaheuristics for nurse scheduling problem	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	6. 最初と最後の頁 1251-1261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jaciii.2017.p1251	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 -

[学会発表] 計26件(うち招待講演 0件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 渡邊 真也, 古木 暁太郎, 榊原 一紀
2. 発表標題 Dial-A-Ride-Problemに対する動的な顧客要求変化を考慮した分枝価格法の提案
3. 学会等名 平成30年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 開発 拓也, 渡邊 真也
2. 発表標題 厳しい評価回数制限下における多変数問題に対するアプローチの提案
3. 学会等名 第120回数理解モデル化と問題解決研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下保知輝, 渡邊真也, 榊原一紀
2. 発表標題 分枝限定法における支配関係の概念導入による効果
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2018(SS12018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮本将英, 渡邊真也
2. 発表標題 新規個体生成において親個体情報と解分布情報を併用した新たなEMOアルゴリズムの提案
3. 学会等名 第15回進化計算学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 開発拓也, 渡邊真也
2. 発表標題 LSGO問題に対する次元削減手法を用いた効率的な探索フレームワークの提案
3. 学会等名 第15回進化計算学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中田涼介, 渡邊真也
2. 発表標題 部分問題化に基づく部分近似を利用した多目的 EGO アルゴリズムの提案
3. 学会等名 第15回進化計算学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Klairung Ponanan, Tanapun Srichanthamit, Woramol Chaowarat Watanabe, Shinya Watanabe, and Hidetsugu Suto
2. 発表標題 A Framework of Supporting System for Optimizing Information Flow in International Trade Transaction
3. 学会等名 第20回日本感性工学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ponnapa Musikapun, AtsushiUtsunomiya, Shinya Watanabe and Hidetsugu Suto
2. 発表標題 A metaheuristic approach considering the characteristic of time table scheduling -case study of Muroran Institute of Technology-
3. 学会等名 ICEAI 2018: The 8th International Congress on Engineering and Information (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Kaihatsu and Shinya Watanabe
2. 発表標題 A proposal of a low-dimensional approach based on DIRECT method and t-SNE for single optimization problems with many variables
3. 学会等名 Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association and 9th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (IFSA-SCIS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Klairung Ponanan, Hidetsugu Suto and Shinya Watanabe
2. 発表標題 An approach for supporting system of international logistics based on ontological engineering
3. 学会等名 Proceedings of 2017 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinya Watanabe and Takanori Sato
2. 発表標題 Study of a dynamic control of aggregate functions in MOEA/D
3. 学会等名 The 11th International Conference on Simulated Evolution and Learning (SEAL2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 開発 拓也, 渡邊 真也
2. 発表標題 単目的最適化のための探索空間低次元化に基づく新たなアプローチの提案
3. 学会等名 情報処理学会 数理モデル化と問題解決研究報告 (Vol.2017-MPS-113, No.28)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲船 淳也, 渡邊 真也
2. 発表標題 看護師勤務表作成問題における分枝価格法とメタヒューリスティクスを組み合わせた新たなアプローチの提案
3. 学会等名 情報処理学会北海道シンポジウム2017 講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 開発 拓也, 渡邊 真也
2. 発表標題 次元削減手法を用いた新たな単目的最適化手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会北海道シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮本 将英, 佐藤 勇輝, 平野 笙太郎, 開発 拓也, 渡邊 真也
2. 発表標題 子個体生成が成功した場合の情報に着目した探索効率化手法の提案
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下保 知輝,黒丸 拓夢,坂本 裕哉,中田 涼介,稲船 淳也,渡邊真也
2. 発表標題 進化型多目的最適化における同時摂動最適化法を利用した局所探索アプローチの提案
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2018
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 開発拓也, 渡邊真也
2. 発表標題 主成分分析を用いた高次元単目的最適化に対する新たなアプローチの提案
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2019
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲船淳也, 渡邊真也, 榊原一紀
2. 発表標題 設定の異なる複数の類似問題に対する効率的な探索フレームワークの提案～看護師勤務表作成問題の場合～
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2020
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 照井勇輔, 渡邊真也
2. 発表標題 集約関数自動制御メカニズムを有するMOEA/Dにおけるペナルティパラメータの動的制御の提案
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2021
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古木暁太郎, 渡邊真也, 榊原一紀, 稲船淳也
2. 発表標題 Dial-A-Ride-Problemにおける動的な顧客変化に対応した分枝価格法の提案
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2022
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤川貴弘, 照井勇輔, 渡邊真也, 米本浩一
2. 発表標題 リニア型エアロスパイクロケットエンジンの多目的設計最適化
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2023
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下山大稀, 渡邊真也
2. 発表標題 改良した非劣解分析支援ツールCIHSMを用いたマツダベンチマーク問題に対する解析
3. 学会等名 進化計算学会 進化計算シンポジウム2024
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本祥平, 中田涼介, 渡邊真也
2. 発表標題 IDEにおける適応的探索戦略の検討
3. 学会等名 第13回 進化計算シンポジウム 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 HAN JIAYI and Shinya WATANABE
2. 発表標題 MOEA/D with Improved Differential Evolution
3. 学会等名 第17回 進化計算学会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahide Miyamoto and Shinya Watanabe
2. 発表標題 A New Approach to Generate Solutions Combining Crossover and Estimation of Distribution Operators for EMO Algorithm
3. 学会等名 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence(SSCI2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryoya Osawa, Shinya Watanabe, Tomoyuki Hiroyasu and Satoru Hiwa
2. 発表標題 Performance Study of Double-Niched Evolutionary Algorithm on Multiobjective Knapsack Problems
3. 学会等名 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence(SSCI2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

室蘭工業大学 研究者データベース http://rdsoran.muroran-it.ac.jp/html/10000110_ja.html

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	廣安 知之 (HIROYASU Tomoyuki) (20298144)	同志社大学・生命医科学部・教授 (34310)	
研究 分担者	榊原 一紀 (SAKAKIBARA Kazutoshi) (30388110)	富山県立大学・工学部・准教授 (23201)	