

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：35302

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12166

研究課題名（和文）可変深度探索に基づく高性能メタ戦略アルゴリズムの開発

研究課題名（英文）Development of high-performance metaheuristic algorithms based on variable depth search

研究代表者

片山 謙吾（Katayama, Kengo）

岡山理科大学・工学部・教授

研究者番号：80309541

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、組合せ最適化問題に対して良好な近似解を実用時間内に効率的に算出するメタ戦略アルゴリズムにもとづく近似解法の高性能化の研究を行った。特に、大規模なグラフを対象とした最大クリーク問題に対して、関連するグラフ彩色問題におけるアイデアを導入した可変深度探索にもとづくアルゴリズムを示し、効率的な探索を実現できることなどを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は最大クリーク問題を中心に様々なメタ戦略アルゴリズムについて研究を進めた。その中で、グラフ彩色問題に着目した研究内容について述べる。

最大クリーク問題とグラフ彩色問題は、多くの応用を有する実用上重要な問題であるが、NP困難であるため、高品質な解を実用時間内に求めることが必要となっている。これらの問題はグラフ理論において密接に関係しているものの、最大クリーク問題に対する高性能な近似解法においてグラフ彩色の考えを取り入れた研究は多くない状況である。よって、最大クリーク問題に対する可変深度探索にもとづく高性能な局所探索法にグラフ彩色のアイデアを導入したアルゴリズムを示し、その有効性を示した。

研究成果の概要（英文）：This research investigated the high performance metaheuristic algorithms that efficiently obtain high-quality near-optimal solutions to combinatorial optimisation problems in practical time. In particular, we showed that metaheuristic algorithms based on variable depth search, which introduces ideas from the related graph coloring problem, and that efficient search can be achieved.

研究分野：最適化アルゴリズム

キーワード：組合せ最適化 メタ戦略 局所探索 最大クリーク問題 グラフ彩色問題

1. 研究開始当初の背景

工学をはじめとする様々な分野にあらわれる実問題の多くは、組合せ最適化問題として定式化される。組合せ最適化問題に対しては、短時間に良好な近似解を算出する近似解法の研究がさかんに行われているものの、多くのパラメータ設定を余儀なくされるなど複雑化する傾向にある。本研究は、最大クリーク問題などの重要な組合せ最適化問題を対象として、パラメータ設定をできるだけ少なくした、よりシンプルな、メタ戦略にもとづく近似解法を開発する。

2. 研究の目的

代表的な組合せ最適化問題である巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem, TSP) に対して、Lin と Kernighan により可変深度探索のアイデアに基づく局所探索法が示され、反復局所探索などの代表的なメタ戦略の枠組みへの導入を通して、極めて高い探索性能を発揮することが広く知られている。しかしながら、他の組合せ最適化問題においては、一部の問題に対して可変深度探索法の有効性が示されているものの、それを導入したメタ戦略の真の探索性能は十分に明らかになっていない。そこで本研究では、他の代表的な組合せ最適化問題である最大クリーク問題などに対して、可変深度探索にもとづく局所探索法を導入したメタ戦略アルゴリズムやその洗練化アルゴリズムを開発し、TSP の場合と同様に優れた探索性能が発揮されるのか、その探索性能を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

最大クリーク問題 (Maximum Clique Problem, MCP) を解くための近似解法やメタ戦略アプローチにおいて、頂点彩色情報を利用することの意義は、潜在的なクリークを効率的に特定するための探索プロセスを導く能力にある。頂点彩色の情報を活用することで、アルゴリズムは頂点の選択と探索について頂点彩色情報に基づいた決定を行うことができ、より良い解の算出により探索性能の向上が期待できる。

本研究では、MCP に対して我々が提案した可変深度探索法 (Variable Depth Search, VDS) にもとづく k -opt 局所探索法 (k -opt local search, KLS) に頂点彩色の情報を活用する処理を導入する。頂点彩色情報を利用する KLS をマルチスタート法の枠組みのもとで探索性能の比較を行う。

図 1 に、頂点彩色情報を利用する KLS を有するマルチスタート法 (Multi-start k -opt Local Search with Coloring, MKLS-COL) の疑似コードを示す。

```
procedure Multi-start- $k$ -opt-Local-Search-with-Coloring
input : graph  $G = (V, E)$ ;
output: best clique  $C_{best}$  in  $G$ ;
begin
1    $C_{best} := \emptyset$ ;  $Col := \text{Colouring}(G)$ ;
2   repeat
3       generate  $C$ ; compute  $PA$  and  $OM$ ;
4        $C := k\text{-opt-Local-Search}(C, PA, OM, |C_{best}|, Col)$ ;
5       if  $|C| > |C_{best}|$  then  $C_{best} := C$ ;
6   until terminate = true;
7   return  $C_{best}$ ;
end;
```

Figure 1 The pseudo-code of Multi-start k -opt Local Search with Coloring for MCP.

図 2 に頂点彩色情報を利用する KLS の疑似コードを示す。頂点彩色情報としては、グラフ彩色問題に対する代表的な解構築法である DSATUR により得られる彩色情報にもとづき、クリーク CC の拡大を試みる。CC の頂点削除の処理については、従来の KLS の方法と同様である。なお、DSATUR は飽和次数 (degree of saturation) により彩色する頂点を逐次選択する解構築法である。

```

procedure k-opt-Local-Search (CC, PA, OM, LB, Col)
begin
1   repeat
2     CCprev := CC; D := CCprev; P := V; g := 0; gmax := 0;
3     repeat
4       if  $|CC| + \max_{v \in PA \cap P} \{dsatur_{G(PA \cap P)}(v)\} + 1 > LB$  then // Add Phase
5         find a vertex v with  $\max_{v \in PA \cap P} \{dsatur_{G(PA \cap P)}(v)\}$ ;
6         if multiple vertices with the same maximum dsatur are found the degree
7         then select a vertex v with  $\max_{v \in PA \cap P} \{deg_{G(PA \cap P)}(v)\}$ ;
8         CC := CC ∪ {v}; g := g + 1; P := P \ {v}; LB := max(LB, |CC|);
9         if g > gmax then gmax := g; CCbest := CC;
10        else // Drop Phase (if {PA ∩ P} = ∅)
11          find a vertex v ∈ CC ∩ P such that the resulting |PA ∩ P| is maximized;
12          if multiple vertices with the same size of the resulting |PA ∩ P| are found
13          then select a vertex v among them randomly;
14          CC := CC \ {v}; g := g - 1; P := P \ {v};
15          if v is contained in CCprev then D := D \ {v};
16        endif
17        update PA, OM, degG(PA ∩ P), dsaturG(PA ∩ P) based on Col;
18      until D = ∅;
19      if gmax > 0 then CC := CCbest else CC := CCprev;
20    until gmax ≤ 0;
21    return CC;
end;

```

Figure 2 The pseudo-code of KLS performed in MKLS.

4 . 研究成果

提案する MKLS-COL の性能を評価するために、通常の KLS をマルチスタート法の枠組みに導入した MKLS との性能比較実験を実施した。問題例は、代表的なベンチマーク問題例を有する DIMACS 及び BHOSLIB から 49 グラフを対象とした。表 1 には、頂点数 n が 500 頂点以上のグラフ例題 (29 題) に対する提案法 MKLS-COL と従来法 MKLS の結果を示した。なお、表中の name はグラフ名、BR は既知の最大クリークサイズ、 n は頂点数、 ρ はグラフ密度、RLF はグラフ彩色問題に対する代表的に解構築法 RLF によって算出される彩色数の最良値と平均値、MKLS-COL は提案法で、Best は 100 試行で得られた最良解値、#B は 100 試行中に得られた最良解の算出回数、Avg は平均値、 t は計算時間 (秒) であり、MKLS は従来の MKLS により算出された結果である。最下段の Average は全 49 例題に対する平均結果を示している。

表 1 の結果から、DIMACS における Mann のような高密度なグラフや BHOSLIB の多くのグラフに対しては、より良好なクリークを平均的に算出できることが観測された。また、最下段の全 49 グラフに対する結果においても、提案法 MKLS-COL は従来法に比べ、より高品質なクリークを平均的に算出可能であることを示した。以上の結果から、提案法 MKLS-COL は従来法 MKLS よりも有望な探索空間に焦点をあてた探索を行うことができ、特にパーフェクトグラフ (全ての誘導部分グラフの彩色数とクリーク数が等しいグラフ) のように、彩色数と最大クリークサイズの差が小さいグラフに対して探索性能の向上に寄与することが明らかとなった。

Table 1: The Results of MKLS-COL and MKLS for the DIMACS and BHOSLIB benchmark graphs.

instance				RLF		MKLS-COL				MKLS			
name	BR	n	ρ	COL Best	COL Avg	Best	#B	Avg	t [s]	Best	#B	Avg	t [s]
C500.9	57	500	0.900	151	153.77	57	5	55.77	0.311	57	15	56.08	0.020
C1000.9	68	1000	0.901	275	279.56	67	4	65.39	2.377	68	2	66.07	0.019
C2000.9	80	2000	0.901	508	514.30	76	1	73.77	49.752	76	5	74.59	0.564
C2000.5	16	2000	0.500	190	194.26	16	92	15.92	5.974	16	100	16.00	0.244
DSJC500_5	13	500	0.502	58	59.55	13	100	13.00	0.029	13	100	13.00	0.003
DSJC1000_5	15	1000	0.500	105	106.94	15	64	14.64	0.996	15	82	14.82	0.118
MANN_a45	345	1035	0.996	369	372.12	345	2	344.02	1.955	345	1	343.82	2.060
MANN_a81	1100	3321	0.999	1152	1156.05	1100	40	1099.26	250.649	1100	1	1098.1	3.490
brock800_2	24	800	0.651	122	123.95	21	52	20.52	0.525	21	65	20.65	0.053
brock800_4	26	800	0.650	121	123.31	21	46	20.46	0.642	21	60	20.60	0.052
hamming10-4	40	1024	0.829	90	94.38	40	100	40.00	0.035	40	100	40.00	0.009
keller5	27	776	0.752	57	62.34	27	100	27.00	0.081	27	100	27.00	0.001
keller6	59	3361	0.818	118	134.21	57	1	54.20	4.894	57	8	55.57	2.280
p_hat700-1	11	700	0.249	39	39.76	11	100	11.00	0.011	11	100	11.00	0.006
p_hat700-2	44	700	0.498	84	85.59	44	100	44.00	0.006	44	100	44.00	0.001
p_hat700-3	62	700	0.748	136	137.80	62	100	62.00	0.024	62	100	62.00	0.001
p_hat1500-1	12	1500	0.253	71	72.59	12	33	11.38	1.181	12	100	12.00	0.106
p_hat1500-2	65	1500	0.506	159	161.16	65	100	65.00	0.083	65	100	65.00	0.004
p_hat1500-3	94	1500	0.754	264	267.59	94	100	94.00	0.967	94	100	94.00	0.023
frb35-17-1	35	595	0.842	35	35.00	34	2	33.01	0.150	34	13	33.06	0.024
frb35-17-2	35	595	0.842	35	35.00	35	8	33.82	0.341	34	29	33.29	0.025
frb35-17-3	35	595	0.842	35	35.00	35	1	33.41	0.323	35	20	33.78	0.022
frb35-17-4	35	595	0.842	35	35.00	35	2	33.16	0.098	34	3	32.96	0.021
frb35-17-5	35	595	0.841	35	35.00	35	4	33.41	0.309	34	27	33.27	0.024
frb40-19-1	40	760	0.857	40	40.00	40	8	38.28	0.651	39	5	37.70	0.025
frb40-19-2	40	760	0.857	40	40.00	39	2	37.96	0.730	39	9	37.83	0.037
frb40-19-3	40	760	0.858	40	40.00	40	1	38.00	0.511	40	1	37.93	0.071
frb40-19-4	40	760	0.856	40	40.00	39	5	37.99	0.305	39	2	37.83	0.073
frb40-19-5	40	760	0.856	40	40.00	39	4	38.04	0.367	39	12	38.11	0.047
Average						67.12		66.29	6.639	66.84		66.25	0.194

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 KANAHARA Kazuho, KATAYAMA Kengo, TOMITA Etsuji	4. 巻 E105.A
2. 論文標題 Speeding-Up Construction Algorithms for the Graph Coloring Problem	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1241 ~ 1251
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transfun.2021DMP0011	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 Saito Nobuki, Oda Tetsuya, Hirata Aoto, Nagai Yuki, Hirota Masaharu, Katayama Kengo, Barolli Leonard	4. 巻 14
2. 論文標題 A Tabu list strategy based DQN for AAV mobility in indoor single-path environment: Implementation and performance evaluation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Internet of Things	6. 最初と最後の頁 100394 ~ 100394
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.iot.2021.100394	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 Kazuho Kanahara, Kengo Karayama, Etsuji Tomita	4. 巻 IEICE-COMP-426
2. 論文標題 A hyper-heuristic for the maximum clique problem	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report	6. 最初と最後の頁 33-37
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 柳澤士朗, 富田悦次, 片山謙吾, 金原一步, 戸田貴久, 伊藤大雄, 若月光夫, 西野哲朗	4. 巻 IEICE-COMP-426
2. 論文標題 最大クリーク抽出アルゴリズムMCTのさらなる高速化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 38-45
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 金原一步, 片山謙吾, 富田悦次, 岡野傑士, 三宅孝史, 西原典孝	4. 巻 COMP2019-11
2. 論文標題 グラフ彩色問題における解構築法の効率化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 7--14
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 金原一步, 片山謙吾, 富田悦次, 松崎空良	4. 巻 SIG-FPAI-B803-06
2. 論文標題 最大クリーク問題に対する探索頻度情報にもとづく反復k-opt局所探索法の性能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会研究会資料	6. 最初と最後の頁 26--31
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33件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Tomoya Iseki, Shun Ito, Kengo Katayama
2. 発表標題 Iterated Local Search Metaheuristic for the Vehicle Routing Problem with Drones
3. 学会等名 Proceedings of 2024 3rd International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kanahara Kazuho, Ito Shun, Katayama Kengo
2. 発表標題 The Performance of a Local Search based on Vertex Coloring for the Maximum Clique Problem
3. 学会等名 Proceedings of the 10th International Conference on Computer and Communications Management (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ito Shun, Kanahara Kazuho, Oda Tetsuya, Katayama Kengo
2. 発表標題 An Extended NEH based Method for Permutation Flowshop Scheduling Problem
3. 学会等名 Proceedings of the 10th International Conference on Computer and Communications Management (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊東 駿, 金原一步, 小田哲也, 片山謙吾
2. 発表標題 フローショップスケジューリング問題に対する解構築法の拡張
3. 学会等名 2023年電子情報通信学会総合大会論文集, D-1-6
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊東 駿, 金原一步, 小田哲也, 片山謙吾
2. 発表標題 フローショップスケジューリング問題に対するNEHの拡張
3. 学会等名 2022 年度 (第 73 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会論文集, R22-23-16
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kanahara, K., Oda, T., Kulla, E., Uejima, A., Katayama, K.
2. 発表標題 An Efficient Local Search for the Maximum Clique Problem on Massive Graphs
3. 学会等名 Advances in Internet, Data & Web Technologies. EIDWT 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 118. Springer (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hirata, A., Oda, T., Saito, N., Yasunaga, T., Katayama, K., Barolli, L.
2. 発表標題 A Delaunay Edge and CCM-Based SA Approach for Mesh Router Placement Optimization in WMN: A Case Study for Evacuation Area in Okayama City
3. 学会等名 Advances in Internet, Data & Web Technologies. EIDWT 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 118. Springer, Cham (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Tomoya Yasunaga, Kengo Katayama, Leonard Barolli
2. 発表標題 A Simulation System for Mesh Router Placement in WMNs Considering Coverage Construction Method and Simulated Annealing
3. 学会等名 16th International Conference on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications, BWCCA 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Masaharu Hirota, Kengo Katayama, Leonard Barolli
2. 発表標題 A Coverage Construction and Hill Climbing Approach for Mesh Router Placement Optimization: Simulation Results for Different Number of Mesh Routers and Instances Considering Normal Distribution of Mesh Clients
3. 学会等名 the 15th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS-2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2. 発表標題 Proposal of a Haptics and LSTM Based Soldering Motion Analysis System
3. 学会等名 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoaki Matsui, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2. 発表標題 FPGA Implementation of a Fuzzy Inference Based Quadrotor Attitude Control System
3. 学会等名 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Yuki Nagai, Kengo Katayama, Masaharu Hirota
2. 発表標題 Proposal of a Semi-automatic Graph Generation System for Raster Map
3. 学会等名 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoya Yasunaga, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Kengo Katayama
2. 発表標題 Object Detection and Pose Estimation Approaches for Soldering Danger Detection
3. 学会等名 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chihiro Yukawa, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Kyohei Toyoshima, Kengo Katayama
2. 発表標題 Design of a Fuzzy Inference Based Robot Vision for CNN Training Image Acquisition
3. 学会等名 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Kazuho Kanahara, Kengo Katayama, Takafumi Miyake, Etsuji Tomita
2 . 発表標題 Speeding-Up of Construction Algorithms for the Graph Coloring Problem
3 . 学会等名 Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications. BWCCA 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 159. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8_21 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Takafumi Miyake, Kengo Katayama, Kazuho Kanahara, Tetsuya Oda
2 . 発表標題 Applying a Local Search for the Uncapacitated p-Median Problem to the Capacitated Problem
3 . 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Yuki Nagai, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2 . 発表標題 Approach of a Word2Vec Based Tourist Spot Collection Method Considering COVID-19
3 . 学会等名 Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications. BWCCA 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 159. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8_7 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Nobuki Saito, Tetsuya Oda, Aoto Hirata, Yuto Hirota, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2 . 発表標題 Design and Implementation of a DQN Based AAV
3 . 学会等名 Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications. BWCCA 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 159. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8_32 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2 . 発表標題 A Coverage Construction Method Based Hill Climbing Approach for Mesh Router Placement Optimization
3 . 学会等名 Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications. BWCCA 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 159. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8_35 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Masaharu Hirota, Kengo Katayama, Leonard Barolli
2 . 発表標題 A DQN Based Mobile Actor Node Control in WSN: Simulation Results of Different Distributions of Events Considering Three-Dimensional Environment
3 . 学会等名 Advances in Internet, Data and Web Technologies. EIDWT 2020. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 47. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39746-3_21 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Aoto Hirata, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Kazuho Kanahara, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2 . 発表標題 Approach of a Solution Construction Method for Mesh Router Placement Optimization Problem
3 . 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Yuto Hirota, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2 . 発表標題 Proposal and Experimental Results of a DNN Based Real-Time Recognition Method for Ohsoe Style Fingerspelling in Static Characters Environment
3 . 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Nagai, Tetsuya Oda, Nobuki Saito, Aoto Hirata, Masaharu Hirota, Kengo Katayama
2. 発表標題 Approach of a Japanese Co-Occurrence Words Collection Method for Construction of Linked Open Data for COVID-19
3. 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Kanahara, K. Katayama, N. Funabiki and E. Tomita
2. 発表標題 The Performance of a Metaheuristic Algorithm for Finding a Maximal Weight Clique Problem in the Fill-in-Blank
3. 学会等名 T2020 8th International Conference on Information and Education Technology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N. Saito, T. Oda, Y. Nagai, K. Kanahara, M. Hirota and K. Katayama
2. 発表標題 Approach of Fuzzy Theory and Hill Climbing Based Recommender for Schedule of Life
3. 学会等名 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kyohei Toyoshima, Tetsuya Oda, Masaharu Hirota, Kengo Katayama, Leonard Barolli
2. 発表標題 A DQN Based Mobile Actor Node Control in WSN: Simulation Results of Different Distributions of Events Considering Three-Dimensional Environment
3. 学会等名 International Conference on Emerging Internetworking, Data & Web Technologies EIDWT 2020: Advances in Internet, Data and Web Technologies (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuya Oda, Chiaki Ueda, Ryo Ozaki, Kengo Katayama
2. 発表標題 Design of a Deep Q-Network Based Simulation System for Actuation Decision in Ambient Intelligence
3. 学会等名 Workshops of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications, WAINA 2019: Web, Artificial Intelligence and Network Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野傑士, 片山謙吾, 金原一步, 三宅孝史, 西原典孝
2. 発表標題 即時移動戦略に基づくk-opt局所探索法
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)講演論文集, CA-005
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金原一步, 片山謙吾, 富田悦次, 岡野傑士, 三宅孝史, 西原典孝
2. 発表標題 グラフ彩色問題における解構築法の効率化
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)講演論文集, A-006
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅孝史, 片山謙吾, 金原一步, 岡野傑士, 西原典孝
2. 発表標題 容量制約付きp-メディアン問題に対するk-opt局所探索法の性能評価
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)講演論文集, A-013
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野傑士, 片山謙吾, 金原一步, 三宅孝史, 西原典孝
2. 発表標題 2次割当問題に対する事前選択式可変近傍探索法
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, R19-23-01-01
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金原一步, 片山謙吾, 岡野傑士, 三宅孝史, 西原典孝
2. 発表標題 最大クリーク問題に対する反復k-opt局所探索法の制限緩和について
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, R19-23-01-02
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅孝史, 片山謙吾, 金原一步, 岡野傑士, 西原典孝
2. 発表標題 容量制約なしp-メディアン問題に対する局所探索法の容量制約付き問題への適用
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, R19-23-01-03
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
研究協力者	金原 一步 (Kanahara Kazuho)		

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
---------	---------