

令和 2 年 5 月 7 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H02665

研究課題名（和文）非決定性を含む動力的計算幾何学の理論と応用

研究課題名（英文）Theory and Applications of Kinetic Computational Geometry with Uncertainty

研究代表者

徳山 豪（Tokuyama, Takeshi）

関西学院大学・理工学部・教授

研究者番号：40312631

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,410,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では計算幾何学の新しい理論構築と応用を目指して、非決定性を持つ連続データ変化に対応する動的かつ効率的なデータ構造化の理論構築を行った。幾何的な軌跡から作られる離散的構造の変化をデータ構造化する動力的データ構造に関して、実用的なモデルでの理論構築を行い、地理情報管理やアドホックネットワークの構築など様々な幾何学データ処理の重要問題の解決を行い、より柔軟かつ効率的な時系列データ解析を行うことを可能にした。研究期間中に、韓国、香港、米国、オランダ、ドイツの研究者と共同研究を行い、21件の国際専門誌/査読付き国際会議論文を出版し、関連する多数の研究発表を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

幾何的な軌跡から作られる離散的構造の変化をデータ構造化する動力的データ構造に関して、実用的なモデルでの理論構築を行い、地理情報管理やアドホックネットワークの構築など様々な幾何学データ処理の重要問題の解決を行い、より柔軟かつ効率的な時系列データ解析を行うことを可能にした。これらの成果は、計算幾何学やグラフアルゴリズムに関する学術の世界最先端を行くものであり、国際的に高く評価されている。更にアドホックネットワークは、災害対応ネットワークなど、次世代の情報通信の重要な要素と考えられており、特に震災などの災害の多発する我が国において、その研究開発は大きな社会的意義を持つ。

研究成果の概要（英文）：In this project, we developed a theory of kinetic and efficient data structure to handle nondeterministic update of continuous data movement. We considered realistic model of kinetic data structure to store the discrete features of geometric trajectories. We considered several solutions of important problems of geometric data processing including geographic data management and ad-hoc network construction. As consequence, we enabled efficient and flexible handling of time-space data analysis. We have done several international joint research with Korea Hong-Kong, US, Holland and Germany, and published 21 research papers in international journals and international refereed conferences, as well as a lot of presentations on those results.

研究分野：理論計算機科学

キーワード：アルゴリズム理論 計算幾何学 データ構造 理論計算機科学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

幾何学情報処理の理論は、計算幾何学と呼ばれ、アルゴリズム理論の大きな研究分野である。計算幾何学においては、入力として与えられた点集合や図形集合から、凸包、ポロノイ図、最小木、最短経路マップ、三角形分割などの離散構造を構築し、それをを用いて入力に関する様々な最適化問題を解決する。この時、入力が変化すると、離散構造も変化するが、入力が連続的に変化しても、離散構造の変化は本質的に離散的である。

このような離散構造の変化の頻度を解析する問題は古典的なテーマであり、物体の運動曲線に線形、あるいは多項式関数などの制限を与えることにより、様々な成果が与えられている。研究代表者の徳山は、運動する点集合の最小木の変化の頻度の解析、軌跡データの高速検索、二次の軌跡を持つ幾何学データの変化数の解析を世界に先駆けて行った。これらは連続移動する物体の計算幾何学の先駆けになり、その後多くの海外研究者によって一般化・拡張されている。

その後、ロボット制御や航空管制等の応用を動機として、頻度解析のみならず、任意の時刻において効率的に移動物体の生成する離散構造を計算できるデータ構造である動力学的データ構造(Kinetic data structure)がスタンフォード大学の Guibas 教授らを中心にして提案され、理論的な研究が行われている。本計画の共同研究者の Roeloffzen 博士はこのテーマの世界最先端の若手研究者である。しかしながら、理論的成果が得られているモデルが非常に限定されているため、その実用化はあまり広く行われていなかった。

2. 研究の目的

本研究では計算幾何学の新しい発展を目指して、連続かつ非決定的なデータ変化に対応する動的なデータ構造化と最適化の理論構築を行う。

地理情報や交通情報、気象情報など、多くの実世界データ活用においては、連続的に変化する幾何学的なデータの分析が非常に重要な研究課題である。特に高機能携帯端末や超小型センサーの普及によって、多数の移動物体の位置情報を解析し、効率的な情報システムを構築することが現実化しており、その重要性は非常に高まっている。

実際に、耐災害ネットワークとして次世代情報通信の形態として期待されるアドホックネットワークや、交通や都市における時系列ビッグデータ収集・解析などにおいては、連続的かつ非決定的に変化する幾何学的状況をリアルタイムに解析し、最適化を行って、離散的なネットワーク構造やデータマイニングシステムに反映する必要がある。実用を目指した理論構築が望まれている。したがって、本研究の目的は、理論的・数理的な意義とともに、実生活への応用においても非常に重要である。

3. 研究の方法

理論研究が主体であり、大規模な設備装置は既存のものやクラウド以外には使用しない。研究体制は図1にあるものである。研究代表者の徳山を中心に、計算幾何学および省メモリアルゴリズムの専門家である Matias Korman, 動力学的データ構造の世界最先端の若手研究者である Marcel Roeloffzen, 計算幾何学分野の若手研究者である Andre van Renssen が理論解析を担当し、ビッグデータ利活用の経験が豊富である全真嬉が学生チームを指導して、学内のデータ科学国際大学院と連携して実装を担当する。

Korman と van Renssen の所属は国立情報学研究所であるが、徳山が主催する東北大学のネットワークアルゴリズムセンターに派遣研究員として兼務しており、常時研究討論が

行える状況にあった。研究期間中に、徳山は関西学院大学、Korman は米国タフツ大学（米国）、van Renssen はシドニー大学（オーストラリア）、Roeloffzen は Eindhoven 大学（オランダ）に異動したが、共同研究体制は維持した。また、途中から一関高専の小池准教授が参画した。

Eindhoven 大学(オランダ)やマックスプランク情報科学研究所（ドイツ、MPII）をはじめとする EU の研究機関、交流実績のあるカナダの計算幾何学研究拠点であるカールトン大学、定期的に研究交流を行っている浦項工科大学（韓国）などとの国際共同研究を実施することにより、世界的な研究拠点として研究を実施し、多くの研究者と交流する環境を構築した。国内においては、Korman と van Renssen が所属する国立情報学研究所のビッグデータ数理国際研究センターと協力し、特に幾何学データやグラフの数理解析とビッグデータ活用における知見を得た。

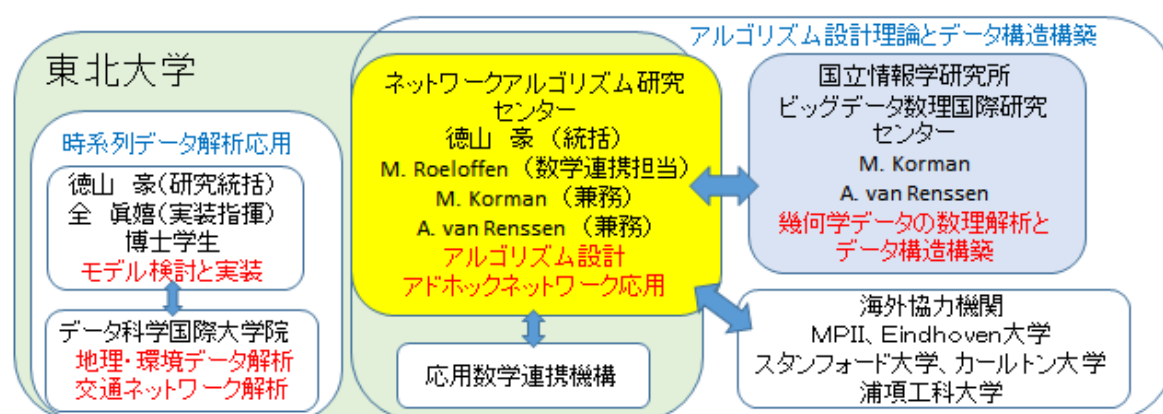


図 1 . 研究体制図（所属は、研究開始時）

4 . 研究成果

成果である 21 件の論文はそれぞれ格式の高い国際専門誌や、難関として知られる国際学会で発表されており、そのうち 17 件が国際共同研究の成果である。研究の主テーマに関する成果の一部を下記で要約する。

4 1

アドホックネットワークに関する計算幾何学の成果

主目的の一つである、アドホックネットワークに関する研究として、平面上の点集合を連結する幾何学的ネットワーク上のルーティングや、ネットワークの干渉 (Interference) の理論限界の研究を行った。

特に、2016 年の E S A (European Symposium on Algorithms) での論文 On Interference among Moving Sensors and Related Problems では、動的なセンサーネットワークにおいて、電波干渉の理論的上界を改良する成果を挙げた。また、2017 年の I S A A C (International Symposium on Algorithms and Computation) での二つの論文 Routing in Polygonal Domains と、Routing on the Visibility Graph は、多角形障害物環境における幾何学的なルーティングのアルゴリズムの設計とその計算複雑度を示す成果をあげ、高く評価された。

4 2

幾何学ネットワークや幾何学物体の軌跡に関する計算幾何学の成果

重要な幾何学ネットワークである Voronoi 図および三角形分割に関して、多くの成果を挙げた。例えば、2018 年の Computational Geometry 誌で発表した、Time-Space Trade-offs for Triangulations and Voronoi Diagrams では、小さいメモリ空間を用いたアルゴリズムの設計を与え、時間計算量と空間計算量のトレードオフを与えた。

また、幾何学の軌跡をデジタル空間でとらえる新しい枠組みである Consistent Digital Curves についての研究を行った。2019 年の E S A で発表した、Consistent Digital Rays and Pseudoline Arrangement は、世界で初めて曲線アレンジメント族の統一的なデジタル化に成功

している。また、2017年の Symposium on Computational Geometry で発表した High Dimensional Consistent Segments は、高次元におけるユークリッド幾何のデジタル化の改良を与えた。

4.3

幾何学ネットワークに関するグラフ理論的な成果

幾何学ネットワークに関するグラフ理論的な成果として、多くの成果を挙げた。例えば、2018年の CGTA (Computational Geometry Theory and Application)誌で発表した Colored Spanning Graphs for Set Visualization では、アドホックネットワークの設計で重要な、全域木の共有について述べ、さらにその情報可視化への応用を論じた。

4.4

国際共同研究と人材育成

研究テーマに関して、多くの国際共同研究を行い、日蘭の二か国共同セミナー(J S P S の別資金を利用) の開催をはじめとして、国際共同集会を4回開催した。

人材育成の観点からも、分担者の K o r m a n は米国タフツ大学に採用され、当初に在籍した博士研究員たちもそれぞれ海外の助教として着任しており、成功している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 18件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Korman Matias, Langerman Stefan, Mulzer Wolfgang, Pilz Alexander, Saumell Maria, Vogtenhuber Birgit	4. 巻 68
2. 論文標題 The dual diameter of triangulations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 243 ~ 252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2017.06.008	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 該当する
1. 著者名 Korman Matias, Loffler Maarten, Silveira Rodrigo I., Strash Darren	4. 巻 72
2. 論文標題 On the complexity of barrier resilience for fat regions and bounded ply	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 34 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2018.02.006	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 該当する
1. 著者名 Korman Matias, Mulzer Wolfgang, van Renssen Andr?, Roeloffzen Marcel, Seiferth Paul, Stein Yannik	4. 巻 73
2. 論文標題 Time-space trade-offs for triangulations and Voronoi diagrams	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 35 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2017.01.001	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 該当する
1. 著者名 Chiu Man-Kwun, Korman Matias	4. 巻 32
2. 論文標題 High Dimensional Consistent Digital Segments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SIAM Journal on Discrete Mathematics	6. 最初と最後の頁 2566 ~ 2590
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/17M1136572	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 該当する

1. 著者名 Ferran Hurtado, Matias Korman, Marc J. van Kreveld, Maarten Loffler, Vera Sacristan, Akiyoshi Shioura, Rodrigo I. Silveira, Bettina Speckmann, Takeshi Tokuyama	4. 巻 68
2. 論文標題 Colored spanning graphs for set visualization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Geometry Theory and Applications	6. 最初と最後の頁 262-278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2017.06.006	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 該当する

1. 著者名 Leszek Gasieniec, Christos Levkopoulos, Andrzej Lingas, Rasmus Pagh, Takeshi Tokuyama	4. 巻 79
2. 論文標題 Efficiently Correcting Matrix Products	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Agorithmica	6. 最初と最後の頁 428-433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-016-0202-3	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 該当する

1. 著者名 Kevin Buchin, Jinhee Chun, Maarten Loffler, Aleksandar Markovic, Wouter Meulemans, Yoshio Okamoto, Taichi Shiitada	4. 巻 77
2. 論文標題 Folding Free-Space Diagrams: Computing the Frechet Distance between 1-Dimensional Curves	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. 33rd Symposium on Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 64:1-64:5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-73915-1_41	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 該当する

1. 著者名 Bae Sang Won, Baffier Jean-Francois, Chun Jinhee, Eades Peter, Eickmeyer Kord, Grilli Luca, Hong Seok-Hee, Korman Matias, Montecchiani Fabrizio, Rutter Ignaz, T?th Csaba D.	4. 巻 10692
2. 論文標題 Gap-Planar Graphs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Graph Drawing and Visualization, LNCS	6. 最初と最後の頁 531 ~ 545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-73915-1_41	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 該当する

1. 著者名 Hee-Kap Ahn, Sang Won Bae, Jong Min Choi, Matias Korman, Wolfgang Mulzer, Eunjin Oh, Ji-won Park, Andre van Renssen, Antoine Vigneron	4. 巻 92
2. 論文標題 Faster Algorithms for Growing Prioritized Disks and Rectangles	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc, ISAAC 2017, LIPIcs	6. 最初と最後の頁 3:1-3:13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2017.3	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 Man-Kwun Chiu, Matias Korman	4. 巻 77
2. 論文標題 High Dimensional Consistent Digital Segments	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. 33rd Symposium on Computational Geometry, LIPIcs	6. 最初と最後の頁 31:1-31:15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.SoCG.2017.31	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 Bahareh Banyassady, Man-Kwun Chiu, Matias Korman, Wolfgang Mulzer, Andre van Renssen, Marcel Roeloffzen, Paul Seiferth, Yannik Stein, Birgit Vogtenhuber, Max Willert	4. 巻 92
2. 論文標題 Routing in Polygonal Domains	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc, ISAAC 2017, LIPIcs	6. 最初と最後の頁 10:1-10:13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2017.10	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 Prosenjit Bose, Matias Korman, Andre van Renssen, Sander Verdonschot	4. 巻 92
2. 論文標題 Routing on the Visibility Graph	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc, ISAAC 2017, LIPIcs	6. 最初と最後の頁 18:1-18:12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2017.18	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 J. De Carufel, M.J. Katz, M. Korman, A. van Renssen, M. Roeloffzen, S. Smorodinsky:	4. 巻 24
2. 論文標題 On Interference Among Moving Sensors and Related Problems.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of 24th European Symposium on Algorithms	6. 最初と最後の頁 34:1 -34:11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ESA.2016.34	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 O. Aichholzer, T. Hackl, M. Korman, A. Pilz, G. Rote, A. van Renssen, M. Roeloffzen, B. Vogtenhuber	4. 巻 27
2. 論文標題 Packing Short Plane Spanning Trees in Complete Geometric Graphs	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of 27th International Symposium on Algorithms and Computation	6. 最初と最後の頁 9:1-9:12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2016.9	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 B. Aronov, M. Korman, S. Pratt, A. van Renssen, M. Roeloffzen	4. 巻 15
2. 論文標題 Time-Space Trade-offs for Triangulating a Simple Polygon	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 15th Scandinavian Symposium and Workshops on Algorithm Theory	6. 最初と最後の頁 30:1 - 30:12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.SWAT.2016.30	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 H.K. Ahn, L. Barba, P. Bose, J.L. Carufel, M. Korman, E. Oh	4. 巻 56
2. 論文標題 A Linear-Time Algorithm for the Geodesic Center of a Simple Polygon	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Discrete & Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 836-859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00454-016-9796-0	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 N. Kaothantong, J. Chun, T. Tokuyama	4. 巻 78
2. 論文標題 Distance interior ratio: A new shape signature for 2D shape retrieval	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Pattern Recognition Letters	6. 最初と最後の頁 14-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patrec.2016.03.029	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 S. Fukuda, A. Shioura, T. Tokuyama	4. 巻 9499
2. 論文標題 Buyback Problem with Discrete Cocave Valuation Functions	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Springer LNCS 9499	6. 最初と最後の頁 72-83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-28684-6_7	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 Jinhee Chun, Kenya Kikuchi, Takeshi Tokuyama	4. 巻 LIPIcs 144
2. 論文標題 Consistent Digital Curved Rays and Pseudoline Arrangements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. ESA 2019	6. 最初と最後の頁 32-1 --32-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ESA.2019.32	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 Asano Kohei, Chun Jinhee, Koike Atsushi, Tokuyama Takeshi	4. 巻 LNCS11727
2. 論文標題 Model-Agnostic Explanations for Decisions Using Minimal Patterns	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. ICANN 2019	6. 最初と最後の頁 241 ~ 252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-30487-4_19	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 Quang Nguyen Van, Chun Jinhee, Tokuyama Takeshi	4. 巻 NA
2. 論文標題 CapsuleNet for Micro-Expression Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. FG2019	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/FG.2019.8756544	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16件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 小池 敦
2. 発表標題 有向道路ネットワーク向け最短路クエリのための効率的枝刈り探索手法
3. 学会等名 情報処理学会アルゴリズム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小池 敦, 定兼 邦彦
2. 発表標題 GPU向け非可換リダクションと差分配列演算への応用
3. 学会等名 コンピューテーション研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小池 敦
2. 発表標題 GPUを用いた非可換リダクションの高速計算とその応用
3. 学会等名 数理工学ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jinhee Chun, Kenya Kikuchi, Takeshi Tokuyama
2. 発表標題 Consistent Digital Curved Rays
3. 学会等名 EuroCG2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菊地賢也, 全真嬉, 徳山豪
2. 発表標題 整合的なデジタル曲線族の構築法
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takanari Seito, Matias Korman, Atsushi Koike, Takeshi Tokuyama
2. 発表標題 A New Strategy for Solving N-Person Perfect Information Stochastic Games via Pareto Optimal Strategy Enumeration.
3. 学会等名 AAAC 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Natsuda Kaothanthong, Thanaruk Theeramunkong, Jinhee Chun
2. 発表標題 Improving Thai Optical Character Recognition Using Circular-Scan Histogram
3. 学会等名 ICDAR 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 徳山 豪
2. 発表標題 計算複雑性と数学の接点について
3. 学会等名 表現論シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matias Korman
2. 発表標題 On Interference Among Moving Sensors and Related Problems.
3. 学会等名 24th European Symposium on Algorithms (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Matias Korman
2. 発表標題 Packing Short Plane Spanning Trees in Complete Geometric Graphs
3. 学会等名 27th International Symposium on Algorithms and Computation (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 徳山 豪
2. 発表標題 Theoretical Computer Science for Data Science
3. 学会等名 FIT 2016 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 S. Fukuda, A. Shioura, T. Tokuyama
2 . 発表標題 Buyback Problem with Discrete Cocave Valuation Functions
3 . 学会等名 Workshop on Approximation and Online Algorithms (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 S. Fukuda, A. Shioura, T. Tokuyama
2 . 発表標題 Unit-Cost Buyback Problem with Matching-Weight Valuation Function
3 . 学会等名 Workshop on Algorithms and Computashon (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 Takeshi Tokuyama
2 . 発表標題 Theoretical Computer Science for Big Data Analysis: Recent Activities in Japan.
3 . 学会等名 The Tenth International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 Xiang Yu, Jinhee Chun, Takeshi Tokuyama
2 . 発表標題 A Reliable Top-k Dominating Query on Uncertain Big Database
3 . 学会等名 Workshop on Algorithms and Computashon (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1. 発表者名 余翔, 全真嬉, 徳山豪
2. 発表標題 Efficient Top-k Dominating Query on Uncertain Database
3. 学会等名 第14回FIT情報科学技術フォーラム2015
4. 発表年 2015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	小池 敦 (Koike Atsushi) (20639166)	一関工業高等専門学校・その他部局等・准教授 (51201)	
研究分担者	全 真嬉 (Chun Jinhee) (80431550)	東北大学・情報科学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	K o r m a n M a t i a s (Korman Matias) (80732718)	東北大学・情報科学研究科・助教 (11301)	米国タフツ大学異動により平成30年度からは研究分担者を外れ、研究協力者
研究協力者	バンレンセン アンドレ (Van Renssen Andre)	シドニー大学	
研究協力者	ロレフツェン マルセル (Roeloffzen Marcel)	アイントホーフェン大学	

6. 研究組織（つづき）

	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	チュウ マンクン (Chiu Man-Kwun)	ベルリン自由大学	