

平成29年度研究ステーション研究成果報告書

1. 研究ステーション名 先進アルゴリズム研究ステーション
研究代表者名（所属部局・職・氏名）西野哲朗（情報理工学研究科・教授）

2. 研究組織

<学内構成員>

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻 教授・西野哲朗
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 教授 伊藤大雄
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 教授 小林聡
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 准教授 垂井淳
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 准教授・武永康彦
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻 助教・若月光夫
電気通信大学・名誉教授・富田悦次

3. 平成29年度の研究の特筆すべき成果

- (1) 平成27年度から、研究ステーション長の西野が、本学の住友電工寄附講座・データアントレプレナー育成講座の運営委員を担当することになったので、大学院IE研究科の専門科目において、デザイン思考に基づくアプリケーションの研究開発を本研究ステーションのメンバーが指導した。具体的には、AI、IoT、ビッグデータ等を扱うデータ関連人材の育成するため、IBM Watson を用いた人工知能アプリの開発研究を行った。例えば、「実践ソフトウェア開発概論 III」では、デザイン思考をベースに、受講者が、各自が発想するアプリケーションの実装を行った。さらに今年度は、文部科学省科学技術人材育成費補助事業・データ関連人材育成プログラム・データアントレプレナーフェロープログラムの基礎科目「コンピュータサイエンス特論」のe-learning 教材の開発も担当した。
- (2) 最長増加部分列を求める計算において用いるメモリー量をどこまで削減できるか？という問題について、新たな省メモリーアルゴリズムを与えることにより領域計算量の上界を与え、それにほぼマッチする下界も証明し、この問題の領域計算量をかなり詳しく解析することに成功した。
- (3) プレーヤがあらかじめ入力を知ることが出来ない、オンライン性を持つ1人ゲームである、ぷよぷよやそれに類したルールを持つ1人落ち物パズルゲームの必勝性について研究を行い、ゲームの盤面の幅とピースの色数をパラメータとしてプレーヤが必勝あるいは必敗となる十分条件を明らかにした。実際のゲームと同様に、入

カピースの先読みがある場合についても、その影響を示した。これまで、オンライン性を持つゲームの必勝性に関する理論的研究は、より扱いやすいゲームについて非常にわずかしかおこなわれておらず、ゲーム・パズルの理論的解析の新たな発展につながると期待できる。

- (4) 動的に変化する集合を対象とした top-k 類似検索問題(continuous similarity search)に対して、従来手法より 10 倍以上高速な厳密解アルゴリズムを構築することに成功した。
- (5) 最大および極大クリーク抽出アルゴリズムについて、従来よりも一層効率化した結果を得た。これらの結果は下記論文[TTT06], [TS03], [TK07], [TSHTW10]などを基にして発展させたものであるが、この内、[TTT06]は Theoretical Computer Science Top Cited Article 2005-2010 を受賞し、その後も被引用件数を伸ばし Google Scholar における 2018 年 5 月時点の被引用件数は 500 件を超している、[TS03], [TK07], [TSHTW10]の Google Scholar における同時点の被引用件数も 210, 170, 139 件と、同じ研究分野の中では非常に大きい引用を受けており、これらおよび最新発表論文に関しての問い合わせを頻繁に寄せられ、国際的に大きいインパクトを与え続けている。

[TTT06] Etsuji Tomita, Akira Tanaka, Haruhisa Takahashi, "The worst-case time complexity for generating all maximal cliques and computational experiments," Theoretical Computer Science, Vol. 363, pp.28-42 (2006).

[TS03] Etsuji Tomita, Tomokazu Seki, "An efficient branch-and bound algorithm for finding a maximum clique," Lecture Notes in Computer Science, 2731, pp.278-289 (2003).

[TK07] Etsuji Tomita, Toshikatsu Kameda, "An efficient branch-and-bound algorithm for finding a maximum clique with computational experiments, " Journal of Global Optimization, Vol. 37, pp.95-111 (2007)

[TSHTW10] Etsuji Tomita, Yoichi Sutani, Takanori Higashi, Shinya Takahashi, Mitsuo Wakatsuki, "A simple and faster branch-and-bound algorithm for finding a maximum clique," Lecture Notes in Computer Science, 5942, pp.191-203 (2010).

4. 平成 28 年度の研究成果の公表実績

主催した研究会：

第 13 回 組合せゲーム・パズル研究集会

日時 2018 年 3 月 6 日 (火)、7 日 (水)

場所 大阪府立大学 中百舌鳥キャンパス

5. 外部資金の獲得状況

1. 受託研究 (CREST) JST「ビッググラフデータのための劣線形時間アルゴリズムの設計と解析」代表者名 伊藤大雄 直接経費 373 万円・間接経費 112 万円
2. 科研費 (挑戦的萌芽研究) 日本学術振興会「劣線形時間パラダイム」代表者名 伊藤大雄 直接経費 100 万円・間接経費 30 万円
3. 科研費 (基盤研究 (C)) 日本学術振興会「ゲーム・パズルにおけるオンライン問題と計算複雑さ」代表者名 武永康彦 直接経費 700,000 円・間接経費 210,000 円
4. 科研費 (基盤研究 (C)) 研究題目: 辞書の類似性に着目した圧縮率ベース特徴空間の最適な構築方法の探求 研究代表者 古賀 久志 平成 29 年度 直接経費 50 万円
5. 平成 30 年度 科研費 (基盤研究 (C)) 日本学術振興会「効率的な最大および極大クリーク抽出アルゴリズムの開発と応用」代表者名 富田悦次 直接経費 1,100,000 円・間接経費 330,000 円
6. 受託研究 JST「未来社会創造事業: 機械・人間知とサイバー・物理世界の漸進融合プラットフォームの研究開発目標共有、要件分析、研究課題分析」分担者名 西野哲朗 直接経費: H29 年度分 2,185,926 円
7. 科研費 (基盤研究 (C)) 日本学術振興会「データマイニング手法を用いた多人数不完全情報ゲームの特徴抽出」代表者名 西野哲朗 直接経費 1,100,000 円・間接経費 330,000 円
8. 住友電工寄附講座, 研究分担者: 西野哲朗, 直接経費 800,000 円

6. 今後の研究発展

引き続き、住友電工寄附講座・データアントレプレナー育成講座や、文部科学省科学技術人材育成費補助事業・データ関連人材育成プログラム・データアントレプレナーフェロープログラムにおいて、ICTを活用した見守りロボットの開発等、老人介護の現場などで求められる実践的課題設定のもとで、ソフトウェア (人工知能アプリ) の開発研究をより一層高度化させていく。

7. 発表論文等

「雑誌論文」

1. Zach Abel, Brad Ballinger, Erik Demaine, Martin Demaine, Jeff Erickson, Adam Hesterberg, Hiro Ito, Irina Kostitsyna, Jayson Lynch, and Ryuhei Uehara, Unfolding and dissection of multiple cubes, tetrahedra, and doubly covered squares, Journal of Information Processing, Vo. 25, pp. 610--615, Aug., 2017. [DOI:

- 10.2197/ipsjjip.25.610]
2. Etsuji Tomita, Sora Matsuzaki, Atsuki Nagao, Hiro Ito, and Mitsuo Wakatsuki, A much faster algorithm for finding a maximum clique with computational experiments, *Journal of Information Processing*, Vo. 25, pp. 667--677, Aug., 2017. [DOI: 10.2197/ipsjjip.25.667]
 3. Sergey Bereg and Hiro Ito, Transforming graphs with the same graphic sequence, *Journal of Information Processing*, Vo. 25, pp. 627--633, Aug., 2017. [DOI: 10.2197/ipsjjip.25.627]
 4. Kyle Burke, Erik D. Demaine, Harrison Gregg, Robert A. Hearn, Adam Hesterberg, Michael Hoffman, Hiro Ito, Irina Kostitsyna, Jody Leonard, Maarten Loffler, Christiane Schmidt, Ryuhei Uehara, Yushi Uno and Aaron Williams, Single-Player and Two-Player Buttons & Scissors Games, *Proceedings of the 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCG² 2015)*, LNCS, Springer, # 9943, pp. 60--72, 2017.
 5. Hiro ITO and Yoshinao Shiono, Number of ties and undefeated signs on a generalized janken, *Proceedings of the 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCG² 2015)*, LNCS, Springer, # 9943, pp. 143--154, 2017.
 6. Yasuhiko Takenaga and Yo Shimada, Strategies for Single-Player PuyoPuyo, *ICGA Journal*, 査読有, Vol.39, 2017, pp.87-101.
 7. Masato Konishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino, Mitsuo Wakatsuki: A decision tree analysis of a multi-player card game with imperfect information, *International Journal of Software Innovation*, 査読有 (to appear).
 8. T. Yamazaki, H. Koga and T.Toda, "Fast Exact Algorithm to Solve Continuous Similarity Search for Evolving Queries", in *Proc. Asia Information Retrieval Symposium (AIRS2017)*, springer LNCS 10648, pp.84-96, 2017. 査読有
 9. T. Uchino, H. Koga, T. Toda, "Improved Compression-Based Pattern Recognition Exploiting New Useful Features", in *Proc. Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis (IbPRIA 2017)*, springer LNCS 10255, pp.363-371, 2017. 査読有
 10. 富田悦次, " 計算限界の頂(いただき)を目指して -- チューリング から コンプ ヘ -- ," 創立 100 周年記念特集 暮らしを豊かにする情報処理技術, *電子情報通信学会誌 (査読無)*, vol.100, no.10, p.1046, 電子情報通信学会 (2017)

「学会発表」

1. M. Kiyomi, H. Ono, Y. Otachi, P. Schweitzer and J. Tarui: Space-Efficient

- Algorithms for Longest Increasing Subsequence, Proceedings of STACS2018: 35th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science 44:1-44:15, 2018/03.
2. Yasuhiko Takenaga, On Winning Strategies for Tetris Type Games, The 20th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation, 2017年8月25~26日, 韓国.
 3. Yasuhiko Takenaga, Matchstick Puzzles on a Grid, The 20th Japan Conference on Geometry, Graphs, and Games Discrete and Computational Geometry, Graphs and Games, 2017年8月29日~9月1日, 東京.
 4. Mitsuo Wakatsuki, Yasuki Dobashi, Tasuku Mitsuishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino: Strengthening methods of computer Daihinmin programs, The 30th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering (CAINE2017), San Diego, California, U.S.A., October 2-4 (2017). (Proceedings of the CAINE2017, International Society for Computers and Their Applications (ISCA), 査読有, pp.229-236 (2017).)
 5. Masato Konishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino, Mitsuo Wakatsuki: Decision tree analysis in game informatics, The 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT2017), Hamamatsu, Japan, July 9-13 (2017). (Studies in Computational Intelligence, ``Applied Computing & Information Technology'', Springer International Publishing, 査読有, Vol.727, pp.13-27 (2018).)
 6. Seiya Okubo, Yuuta Kado, Yamato Takeuchi, Mitsuo Wakatsuki, Tetsuro Nishino: Toward a statistical analysis of computer Daihinmin, The 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT2017), Hamamatsu, Japan, July 9-13 (2017). (Proceedings of the ACIT2017, International Association for Computer and Information Science (ACIS), 査読有, pp.1-6 (2017).)
 7. D. Cortes, M. Nakano, H. Koga and Hector Perez: "Evaluation of Image Descriptors for Urban-Rural Classification of Aerial Images", International Conference on Intelligent Software Methodologies, Tools, and Techniques (SOMET2017), 2017/9/26, 北九州市.
 8. 山崎智博, 古賀久志, 戸田貴久 "集合間類似度を用いたストリームデータの top-k 類似検索に対する高速な厳密解アルゴリズム", 電子情報通信学会コンピュテーション研究会, 2017/5/12, 長崎県長崎市
 9. 藤原勇二, 古賀久志, 戸田貴久, "多観点類似度を用いた凝集型階層クラスタリング", 第16回情報科学技術フォーラム(FIT2017), 2017/9/12, 東京大学.

10. 藤原勇二, 古賀久志, 戸田貴久, “ユークリッド距離に基づく多観点非類似度とその分割最適化クラスタリングへの応用”, 人工知能学会研究資料, 人工知能基本問題研究会, 2018/3/16, 指宿市民会館.
11. 鈴木 聡, 古賀 久志, Gibran FUENTES PINEDA Gibran, 戸田 貴久, “共通要素を類似度とするハッシュベース集合間類似検索手法の改善”, 第 10 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018) 2018/3/4, 福井県あわら市.

「招待講演発表」

1. Etsuji Tomita: “Efficient algorithms for finding maximum and maximal cliques,” 北海道大学大学院情報科学研究科情報理工学専攻講演会, 2017 年 6 月 5 日, 北海道大学.
2. 富田悦次: “効率的な最大および極大クリーク抽出アルゴリズムとその応用,” 電子情報通信学会中国支部学術講演会, 2018 年 3 月 6 日, 岡山理科大学.

「図書」

1. 伊藤大雄 著「データ構造とアルゴリズム」, コンピュータサイエンス教科書シリーズ, コロナ社, 2017 年 9 月 28 日.

「受賞」

1. FIT 奨励賞: 藤原勇二, 古賀久志, 戸田貴久, “多観点類似度を用いた凝集型階層クラスタリング”, 第 16 回情報科学技術フォーラム (FIT2017), 2017

以上。