

令和2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（情報理工学専攻・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・ネットワーク工学専攻准教授・古賀久志
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. 令和元年度の研究の特筆すべき成果

1) 極大クリーク全列挙問題の時間計算量に関する長年の未解決問題を解決した。その発表論文(WALCOM 2021, LNCS 12635)はTheoretical Computer Science 誌特集号へ招待された。そのReviewの内に、下記のように記述された。

Cliques and enumeration of cliques are important; in many graph algorithms (in theory and practice), this is used as a subroutine. I expect that this paper will get a fair share of citations, as it gives relevant and interesting information on this important problem, and think it may become one of the better known papers of WALCOM.

本論文の基本となる下記論文は Theoretical Computer Science Top Cited Article 2005-2010(最高被引用論文賞), TCS Top Cited Article 2006 (in TCS Top Cited Articles 1975-2014) を受賞, Google Scholar における最新被引用文献数は約800件に達している。

Etsuji Tomita, Akira Tanaka, Haruhisa Takahashi, "The worst-case time complexity for generating all maximal cliques and computational experiments," Theoretical Computer Science, vol. 363, Issue 1, pp.28-42 (2006)

2) ストリームデータを対象とした類似検索において、データベースが多数のデータストリームで構成されるモデルを初めて取扱い、枝刈りベースのk-NN探索問題に対する厳密解法とレンジ探索問題に対する近似解法を開発した。とくに後者は、SNS上での類似ユーザ探索を応用として想定し、ストリームに到着するデータがツイートのようなテキストであるモデルになっている。つまり、ユーザをテキスト集合で特徴表現し、ユーザの類似性をテキスト集合の類似度から判定する。テキスト集合間の類似度を、オンライン2部グラフマッチングに帰着して求める点も本研究の特色である。本研究は類似ユーザを高速発見することを可能にし、類似ユーザ

が好む商品を推薦するといった情報推薦システムの効率化に寄与する。

3) グラフの全ての辺を K_3 (3点クリーク) で覆う問題「広義 K_3 辺被覆問題」を扱った。グラフの辺や頂点をクリークで被覆・分割する問題は従来より存在するが、本問題は「 K_3 の辺のグラフからの食み出し」を認めている点が異なる。この食み出しを認めることは応用上重要である。我々は本問題が NP 完全であることを示し、「グラフ中の K_3 の数」または「木幅」に対する線形の FPT アルゴリズムを与えた。

4) マッチ 3 ゲームとは盤面上のアイテムの移動により同色のアイテムを並べて消すゲームであるが、これまで単純な移動のみを許すゲームについてその計算複雑さが示されていたが、現在広く遊ばれているゲームで可能な連続移動を許した場合について、その計算複雑さを示した。

4. 令和元年度の研究成果の公表実績

該当なし

5. 外部資金の獲得状況

1) 基盤研究(C) (一般) 日本学術振興会「劣線形時間パラダイムの展開」
代表者名 伊藤大雄 直接経費 1,100,000 円・間接経費 330,000 円

2) 基盤研究(C) (一般) 「時間と共に変化する集合を対象とした類似検索」
代表者名 古賀久志 直接経費 400,000 円 間接経費 120,000 円

3) 基盤研究(C) (一般) 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 522,243 円

4) 基盤研究(C) (一般) 日本学術振興会
「グラフ上のゲームおよびオンライン性を持つゲームの必勝性」
代表者名 武永康彦 直接経費 600,000 円・間接経費 180,000 円

6. 今後の研究発展

今後の研究発展

引き続き、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からの流れを受けて、AI 技術、データサイエンス、量子コンピュータ等、社会から求められる実践的課題設定のもとで、ソフトウェア（人工知能アプリケーション）の開発研究をより一層高度化させていく。

政府の「AI戦略2019」のもとで策定された「数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）教育プログラム」の認定の募集が、2022年の年明けから開始されるので、その応募に向けた準備を進めていく。

7. 発表論文等

「雑誌論文」

1) H. Koga and D. Noguchi, "Continuous Similarity Search for Evolving Database," in Proc. 13th International Conference on Similarity Search and Applications (SISAP 2020), Springer LNCS Vol. 12440, pp. 155-167, 2020. (査読有)

2) Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Hiro Ito, Chie Nara, Izumi Shirahama, Tomohiro Tachi, Mizuho Tomura, Flat folding a strip with parallel or nonacute zig-zag creases with mountain-valley assignment, Special Issue on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games, Journal of Information Processing, Vol. 28, No. 12, pp. 825--833, 2020. [DOI: 10.2197/ipsjjip.28.825]

3) Kyohei Chiba, Remy Belmonte, Hiro Ito, Michael Lampis, Atsuki Nagao, and Yota Otachi, K_3 edge cover problem in a wide sense, Special Issue on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games, Journal of Information Processing, Vol. 28, No. 12, pp. 849--858, 2020. [DOI: 10.2197/ipsjjip.28.849]

4) Alessio Conte, Etsuji Tomita, "Overall and delay complexity of the CLIQUES and Bron-Kerbosch algorithms," WALCOM 2021, LNCS, 査読有, vol.12635 (2021) pp.195-207.

5) Kazuho Kanahara, Kengo Katayama, Nobuo Funabiki, Etsuji Tomita, "The Performance of a metaheuristic algorithm for finding a maximal weight clique in the fill-in-blank problem," Proc. ICIET 2020, 査読有 (2020) pp.257-261.

6) Seiya Okubo, Mitsuo Wakatsuki, Tasuku Mitsuishi, Yasuki Dobashi, and Tetsuro Nishino, "New applications of the Monte-Carlo tree search to computer Daihinmin," International Journal of Smart Computing and Artificial Intelligence, 査読有, Vol.4, No.1, 2020, pp.18-35.

7) Yasuhiko Takenaga, Sho Kikuchi and Hushan Quan, On the Power of Lookahead in Single-Player PuyoPuyo, 査読有, ICGA Journal (to appear).

8) Masashi Kiyomi, Hirotaka Ono, Yota Otachi, Pascal Schweitzer, Jun Tarui:

Space-Efficient Algorithms for Longest Increasing Subsequence.
Theory Comput. Syst. 64(3): 522-541 (2020)

9) 陳 宏, 古賀久志, “非教示なグラフ分散表現のエッジ特徴による改良”, 情報処理学会論文誌 Vol. 62(1), pp. 357-368, 2021 (査読有)

10) 藤原 勇二, 古賀久志, “多観点類似度を用いた凝集型階層クラスタリング”, 情報処理学会論文誌 Vol. 62(3), pp. 936-945, 2021 (査読有)

「学会発表」

1) 久保幸平, 古賀久志, “ストリーム環境でのテキスト集合に対する類似検索”, 情処研報 2020-MPS-131, No. 11, 2020/12/17, オンライン開催

2) Etsuji Tomita, Alessio Conte, “Another time-complexity analysis for maximal clique enumeration algorithm CLIQUES,” IEICE Technical Report, COMP2020-1 (2020-05-09) ZOOM.

3) Alessio Conte, Etsuji Tomita, “Overall and delay complexity of the CLIQUES and Bron-Kerbosch algorithms,” WEPA(International Workshop on Enumeration Algorithms & Applications) 2020, (2020-12-09) ZOOM.

4) 光武 朗, 野崎隆之, 富田悦次: 最大クリーク列挙を用いた最良な多元単一削除訂正符号の構成, 電子情報通信学会 情報理論研究会, IT2020-89 (2021-1-22) ZOOM
URL : <https://www.ieice.org/ken/paper/20210122TC1Q/>

5) 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: 最大クリーク抽出アルゴリズム MCT のさらなる高速化,
電子情報通信学会技術研究報告, COMP2020-1(2020-05) (2021-03-08) ZOOM

6) Kazuho Kanahara, Kengo Katayama, Etsuji Tomita:
A hyper-heuristic for the maximum clique problem,
IEICE Technical Report, COMP2020-34(2020-05) (2021-03-08), ZOOM

7) 藤村光希, 大久保誠也, 若月光夫, 西野哲朗,
“コンピュータ大貧民におけるレーティング手法の最適化に関する研究”,
情報処理学会ゲーム情報学研究会,
Vol. 2021-GI-45, No. 8, pp. 1-8, 2021. 3. 5, オンライン開催(Zoom).

8) 川崎伊織, 大久保誠也, 若月光夫, 西野哲朗,
“コンピュータ大貧民における戦略の定式化に関する研究”,

情報処理学会ゲーム情報学研究会,

Vol. 2021-GI-45, No. 13, pp. 1-8, 2021. 3. 5, オンライン開催(Zoom).

9) 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,
“最大クリーク抽出アルゴリズム MCT のさらなる高速化”,

電子情報通信学会コンピュテーション研究会, COMP2020-35,

Vol. IEICE-120, No. 426, pp. 38-45, 2021. 3. 8, オンライン開催.

10) 川越 啓太郎, 武永 康彦, 連続移動可能なマッチ 3 ゲームの NP 完全性, 2020 年度冬の
LA シンポジウム, 2021 年 2 月 3 日, オンライン.

「受賞」

1) 情報処理学会, 富田悦次, 情報処理学会功績賞, 2020 年 6 月 3 日.

「特許出願」 該当なし

「その他」 ホームページ: http://www.etlab.lab.uec.ac.jp/~tomita/index_j.html

以上