

C@R@



NEWSLETTER

vol.4

2022
Autumn

科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 2020-2022年度

組合せ遷移の展開に向けた計算機科学・工学・数学によるアプローチの融合



組合せ遷移に魅了された私 組合せ遷移が魅了する世界

総括班、計画研究B01班 鈴木 顕
東北大学 大学院情報科学研究科 准教授

私が初めて組合せ遷移に関する研究に取り組んだのは博士学生の時でした。当時同じ研究室の准教授だった伊藤領域代表から、組合せ遷移に関する話を聞く機会は多かったのですが、その後に自分が現在のように深く組合せ遷移に関わることになるとは思っていませんでした。

私の最初の研究は、組合せ遷移にパラメータ複雑性の理論を持ち込むというものでした。博士課程在学中の2013年に留学する機会があり、カナダ・ウォータールー大学のNaomi Nishimura先生を訪問しました。Naomi先生達の研究グループはパラメータアルゴリズムを専門とし、Marcin Kamiński氏の訪問をきっかけに、組合せ遷移に興味を持ち始めていました。そこに、付け焼刃とはいえ組合せ遷移を知っている学生（私）が現れたため、組合せ遷移について根掘り葉掘り聞かれ、そうしているうちに次々と結果が生まれていきました。特に当時Naomi先生の下に在学中だったAmer E. Mouawadとはたくさん議論しました。当時の私は、パラメータアルゴリズムの知識に乏しく、それは大変な思いをしましたが、この留学をきっかけに私自身も組合せ遷移をパラメータ複雑性理論の視点から捉えられるようになるなど、大きく成長することができました。Naomi先生もAmerも、現在では組合せ遷移研究の最先端で活躍しています。そんな二人が組合せ遷移に魅了される瞬間を目撃するという、奇跡のような留学経験となりました。

組合せ遷移には不思議な魅力があり、多くの方が興味を持ってくれます。本研究領域が始まって約2年になりますが、このプロジェクトを通して多くの方が組合せ遷移の面白さを知ってくれました。本研究領域も残すところ半年程となりましたが、最後まで組合せ遷移の魅力伝えていきます。

2022年9月

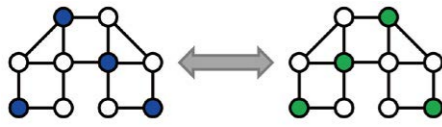
Profile

2013年9月東北大学にて博士（情報科学）を取得。同年より東北大学大学院情報科学研究科の助教を経て、2019年5月より現職。アルゴリズムや計算複雑性の研究に従事。井上科学振興財団第31回井上研究奨励賞、トーキン科学技術振興財団第25回トーキン財団奨励賞、船井情報科学振興財団第14回船井研究奨励賞等、受賞。著書に『機械学習アルゴリズム』がある。

科学研究費助成事業 一科研費一 「学術変革領域研究(B)」について

「学術変革領域研究(B)」は、次代の学術の担い手となる研究者による少数・小規模の研究グループ(3~4グループ程度)が提案する研究領域において、より挑戦的かつ萌芽的な研究に取り組むことで、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域の創成を目指し、将来の学術変革領域研究(A)への展開などが期待される研究です。(文部科学省 Web サイトより抜粋)

活動情報

Topic 01
組合せ遷移の
国際プログラミング競技会を開催


グラフ部門 (10頂点) の優勝インスタンス
 10頂点のグラフにおいて、トークンジャンプで独立集合を遷移させるとき、青の独立集合から緑の独立集合へ遷移させるときが、最短遷移が最長となる。

世界初となる組合せ遷移の国際プログラミング競技会を企画・開催しました。2021年11月からベンチマークデータを3回に分けて公開し、2022年3月末を投稿締切としました。その後、6月に結果を公表し、7月開催のICALP 2022での国際ワークショップの中でも結果報告を行いました。

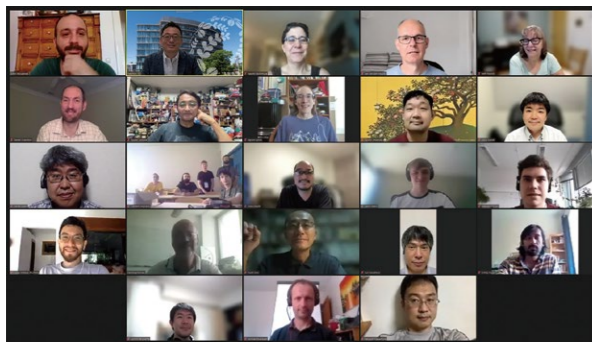
ベンチマークデータ 369 問を公開したところ、42ヶ国からアクセスがあり、最終的に8ヶ国 10 チームから投稿がありました。学術的にも意義深く、AI プランニングや有界モデル検査等、他分野で長年の研究実績を持つ手法を活用したプログラムもありました。中でも、有界モデル検査の生みの親である Armin Biere 教授らの研究グループからも投稿があったことは大きな意味を持ちます。これらの投稿により、組合せ遷移ソルバーの各種手法を性能比較する土台を整えることができました。各種データと結果は、投稿者了承の下で全て公開しています。また、投稿者が記したアイデアを取りまとめて、arXivにも掲載しました。今後はこの競技会を参照して頂ければ、どなたでも自身の開発ソルバーを世界水準で評価できます。

Topic 02
ICALP 2022にて組合せ遷移の
国際ワークショップを開催

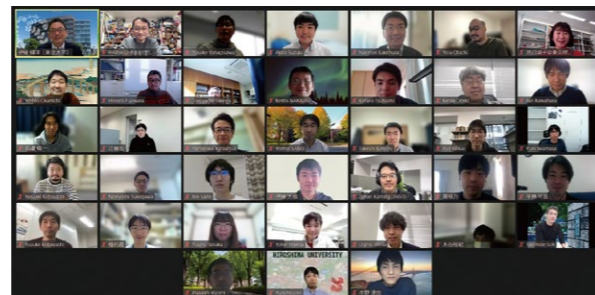
2022年7月4日(月)に、国際会議 The 49th International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP 2022) のサテライトワークショップとして、組合せ遷移の国際ワークショップを企画・開催しました。昨年に続き、2年連続の開催となりました。ワークショップでは2件の招待講演を企画しました。また、11ヶ国・32研究機関に所属する研究者から、11件の一般講演もありました。本ワークショップには、パリ現地参加とオンライン参加を合わせて、23ヶ国から114名(内、海外からは約65%)の参加登録がありました。昨年に引き続き、講演内容、著者陣、参加者ともに分野も地域も広範に渡り、組合せ遷移の研究分野としての広がりや改めて実感するワークショップとなりました。

招待講演者リスト

Catherine Greenhill (UNSW Sydney, Australia)
 Amer E. Mouawad (American University of Beirut, Lebanon)


Topic 03
組合せ遷移の
学生シンポジウムを開催

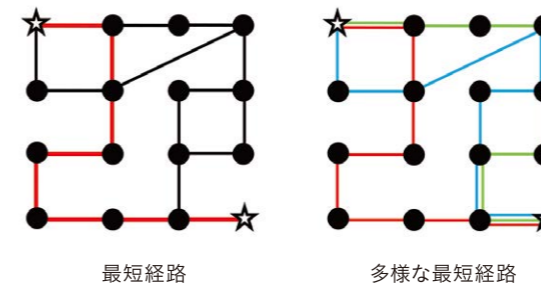
2022年3月9日(水)に、組合せ遷移の学生シンポジウムを企画・開催しました。全国11大学から14件の発表があり、議論も活発に行われました。グラフアルゴリズム、組合せ遷移ソルバー、数学の諸問題に関連する組合せ遷移の研究など、本研究領域に直接関わる発表だけでなく、数理物理学やオペレーションズ・リサーチなどの分野から、これまで組合せ遷移の視点で捉えなかった研究も発表され、多くの新しい発見がありました。ここでの発表をきっかけに、組合せ遷移の新たな共同研究も始まっています。学生シンポジウムの開催に向け、本研究領域では、組合せ遷移の基礎講座をYouTubeで公開し、組合せ遷移ソルバーの先行公開もしました。これらは、現在もご活用頂けます。また当日は、併せて第4回領域会議を開催しました。



研究者紹介

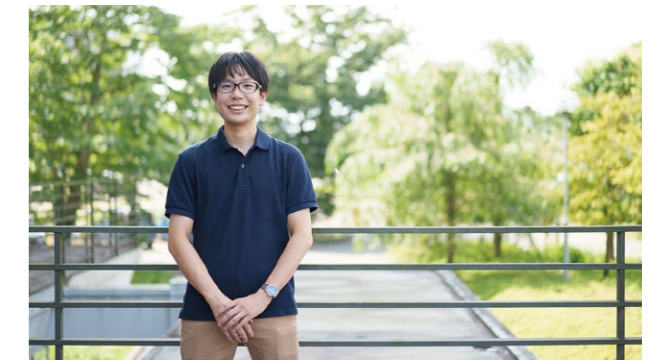

多様な解を
高速に見つける

小林 靖明
 (北海道大学, A01班)

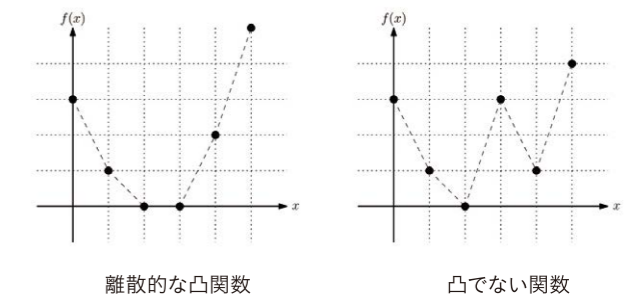


ネットワークの中から指定された2点を結ぶ最短経路を見つける問題は、理論的にも実用的にも非常に高速に解くことができる古典的な組合せ最適化問題のひとつです。しかしながら、現実世界の道路網などをネットワークへと完全に抽象化することは不可能であり、そこには必ずなんらかの「近似」が含まれます。このような近似を含むネットワーク上で最短経路を見つけても、現実世界の様々な制約やコストなどが考慮されておらず、アルゴリズムによって得られた「最適解」がユーザーにとって満足できるものではない、ということがしばしば起こります。

私は、このような課題を解決するために、最適解一つだけでなく、多様な解を求めるアルゴリズムを開発しています。例えば、図のように複数の多様な最短経路を求めることができれば、その中からユーザーに満足できるものを選択してもらうことができます。また、最後にユーザー自身が解を選択することで、アルゴリズム設計の段階では、現実世界の複雑な制約やコストなどを過度に考慮する必要がなくなります。これにより、理論と実用の両面において高速なアルゴリズムを設計する可能性が広がります。私は、最短経路問題をはじめとする様々な組合せ最適化問題に対して、多様な解を見つけるアルゴリズムの研究に取り組んでいます。


効率良く解ける組合せ最適化問題の
背後に潜む数理構造

岩政 勇仁
 (京都大学, C01班)



組合せ最適化問題とは、膨大な組合せの中から与えられた尺度のもとで最適解を見つける問題です。解きたい組合せ最適化問題に何の構造もない場合、最適解を見つけるためには全ての組合せをチェックする必要があり、現実的な時間では最適解を求められません。裏を返せば、ある組合せ最適化問題が効率良く解けるためには、その問題の背後に何かしらの良い数理構造が潜んでいる必要があります。私は「どのような数理構造があれば組合せ最適化問題が効率良く解けるのか」ということに興味を持って研究しています。

良い数理構造の代表例として「L凸性/M凸性」が挙げられます。これらは、「離散凸解析」という離散的な凸性を扱う理論で導入された概念で、もともと良い数理構造として知られていた「劣モジュラ性」や「マトロイド」を拡張したものです。これらは良い性質を多数兼ね備えており、実際、L凸性やM凸性は効率良く解ける様々な組合せ最適化問題に現れます。さらには、ゲーム理論や機械学習の分野でも、ある種の「良い数理構造」として現れています。近年、L凸性/M凸性のさらなる拡張概念が導入されつつありますが、それらに関してまだまだ分かっていないこともたくさんあります。私は離散凸解析理論の深化を目指して日々研究を行っています。

セミナー・勉強会

本研究領域では、セミナー・勉強会を継続して開催しています。10月から再開しますので、ぜひご参加ください。

回	開催日	講演者	講演題目
22	2022. 4.11	鈴木 顕 (東北大学, B01班)	遷移最適化を用いた配電網の切替手順の算出
23	2022. 4.25	神山 直之 (九州大学, C01班)	バレート安定マッチング
24	2022. 5.16	山内 由紀子 (九州大学, A01班)	分散計算と遷移問題
25	2022. 5.30	中畑 裕 (奈良先端科学技術大学院大学, B01班)	決定グラフを用いた暗黙的部分グラフ列挙
26	2022. 6.13	青木 敏 (神戸大学, 招待講演)	マルコフ連鎖モンテカルロ法のための計算代数
27	2022. 7.11	奥村 圭祐 (東京工業大学, 招待講演)	エージェント群のナビゲーション
28	2022. 7.25	川原 純 (京都大学, B01班)	Reconfiguration: 組合せ遷移ソルバー

その他、この半年間の動き

- 2022年 3月5日(土) 伊藤健洋(東北大学、領域代表)が、情報処理学会アルゴリズム研究会から推薦を受け、IPSJ-ONEにて講演を行いました。
- 2022年 3月6日(日) 小林佑輔(京都大学、C01班)が、電子情報通信学会コンピューテーション研究会にて、C01班の研究成果に関して招待講演を行いました。アルゴリズム理論のトップ国際会議 SODA 2022 に採択された結果です。
- 2022年3月25日(金) 伊藤健洋(東北大学、領域代表)が、国際会議 The 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022)にて、招待講演を行いました。
- 2022年 4月1日(金) 2022年度より、中畑裕(奈良先端科学技術大学院大学)がB01班に、前澤俊一(東京理科大学)がC01班に、新たに研究分担者として加わりました。
- 2022年 5月9日(月)・10日(火) 2015年に創立され、今年で4回目の開催となる組合せ遷移に関する国際ワークショップ Combinatorial Reconfiguration Workshop がカナダ・バンフにて開催され、川原純(京都大学、B01班代表)が招待講演を行い、伊藤健洋(東北大学、領域代表)がチュートリアル講演を行いました。
- 2022年6月17日(金) 伊藤健洋(東北大学、領域代表)が、人工知能学会全国大会オーガナイズドセッション「AIと制約プログラミング」にて招待講演を行いました。
- 2022年6月29日(水) 伊藤健洋(東北大学、領域代表)が、国際会議 The 33rd Annual Symposium on Combinatorial Pattern Matching (CPM 2022)にて、招待講演を行いました。

EVENTS

国際Workshop

2022年 9月2日(金)

国際ワークショップPolytope Diameter and Related Topics をオンラインで開催します。

オーガナイズドセッション

2022年 9月14日(水)

日本オペレーションズ・リサーチ学会2022年秋季研究発表会にて、組合せ遷移のオーガナイズドセッションを企画開催します。

第5回領域会議・公開シンポジウム

2022年
9月22日(木)-23日(金)本研究領域の第5回領域会議・公開シンポジウムを開催します。
招待講演: 瀬川悦生 先生(横浜国立大学)「量子ウォークから誘導される幾つかの組合せ構造」

開催予告

2022年度も、組合せ遷移の学生シンポジウム および 国際プログラミング競技会CoRe Challenge 2023を開催します。詳細は領域Webサイトやメーリングリストにてお知らせします。皆様のご参加をお待ちしています。

LA/EATCS-Japan 発表論文賞 (2022年2月)

川原純(京都大学, B01班)

2021年度冬のLAシンポジウム「ZDDを用いた組合せ遷移ソルバーについての考察」

伊藤健洋(東北大学, A01班)、川原純(京都大学, B01班)、宋剛秀(神戸大学, B01班)、鈴木頭(東北大学, B01班)、照山順一(兵庫県立大学, B01班)、戸田貴久(電気通信大学, B01班)



受賞

日本応用数学会 第18回若手優秀講演賞 (2022年6月)

岩政勇仁(京都大学, C01班)

「2x2型分割多項式行列の行列式次数を求める組合せ的多項式時間アルゴリズム」

メーリングリストのご案内

本研究領域の各種お知らせ用に、メーリングリストを運用しています。参加方法など、詳しくは本研究領域のWebサイトをご覧ください。

