

科学研究費補助金 新学術領域研究

多面的アプローチの統合による 計算限界の解明

平成25年度 成果報告書

平成26年4月

領域代表者 渡辺 治
東京工業大学 大学院 情報理工学研究科 教授

目次

1. 研究活動	1
1.1. チュートリアル・学校	3
「計算量理論」秋学校	3
「計算限界解明」入門講義	6
基礎理論が導く最先端技術：計算限界解明への取り組みと超高速アルゴリズム開発 第12回情報科学技術フォーラム (FIT 2013)	7
ELC 暗号理論秋学校	9
1.2. サイエンスカフェ	11
サイエンスカフェ	11
1.3. FOCS, SODA 報告会	15
FOCS2013 報告会	15
SODA2014 報告会	17
1.4. ELC International Conferences	19
ELC International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG 2013)	19
1.5. ELC Workshops	22
ELC Workshop on Randomness and Probability Through Computability	22
ELC Workshop on Polyhedral Approaches: Extension complexity and pivoting lower bounds	25
ELC Workshop on Inapproximability	26
JFLI Workshop on Quantum Information	29
COMP-ELC 学生シンポジウム	30
1.6. ELC Mini-Workshops	32
ELC Mini-Workshop (B01,C03)	32
ELC Mini-Workshop (C01)	34
ELC Mini-Workshop (B03)	35
ELC Mini-Workshop (B01)	37
ELC・岡田新学術領域合同シンポジウム	39
ELC Mini-Workshop (C01)	40
ELC Mini-Workshop (B01,C03)	42
ELC Mini-Workshop on Sublinear-Time Algorithms (A02)	43
ELC Mini-Workshop (B01)	46
1.7. ELC Seminars	47
ELC Seminar (Colin Cooper)	47
ELC Seminar (Sampath Kannan)	48
ELC Seminar (Sanjeev Arora)	49
ELC Seminar on Quantum Query Complexity (C02)	50
ELC Seminar (A01)	52

ELC Seminar (Rahul Santhanam)	53
ELC Seminar (Xavier Dahan)	54
ELC & NII Joint Seminar (S. Saraf and S. Kopparty)	55
ELC Seminar on Quantum Query Complexity (C02)	57
ELC Seminar (A01/C01)	58
UEC & ELC Joint Seminar on Theoretical Computer Science (A02)	60
ELC Seminar (Andrej Bogdanov)	62
ELC Seminar (Ralf Borndörfer)	63
ELC Seminar (Ravi Montenegro)	65
ELC & NII Seminar (Siu-On Chan)	66
ELC Seminar (Akimasa Miyake)	67
2. 研究課題別活動報告	69
A01: 数理論理学からの計算限界解析 牧野 和久, 河村 彰星, 垣村 尚徳, 小林 佑輔, Rossman Benjamin, Suppakitpaisarn Vo- rapong, Michael Lampis, Stephen A. Cook, Martin Ziegler, Endre Boros, Vladimir Gurvich, Charles Jordan, 宇野 裕之	71
A02: 情報理論・符号理論からの計算限界研究 河原林 健一, 伊藤 大雄, 玉置 卓, 吉田 悠一, 脊戸 和寿, 安永 憲司	81
A03: 記憶領域制限シナリオにおける計算限界の解明 浅野 哲夫, 垂井 淳, 上原 隆平, 小野 廣隆, 清見 礼, 大舘 陽太, Guenter Rote, Wolfgang Mulzer, Ovidiu Daescu, 小長谷 松雄, 泉 泰介	87
B01: 最適化技法との融合による計算限界解析法の深化 加藤 直樹, 岩田 覚, 岡本 吉央, 来嶋 秀治, 神山 直之, 塩浦昭義, Rémy Belmonte	92
B02: 大規模数理計画による計算限界解析法の展開 David Avis, 天野 一幸, 上野 賢哉, 青野 良範, 福田 公明, Antoine Deza, Oliver Friedmann, Samuel Fiorini, Hans Raj Tiwary, 森山 園子	97
B03: 計算限界解析法から革新的データ構造化技術への展開 徳山 豪, 宇野 毅明, 渋谷 哲朗, 堀山 貴史, 定兼 邦彦, 山中 克久, 伊藤 健洋	100
C01: 統計力学からの計算限界解明へのアプローチ 渡辺 治, 伊東 利哉, 小柴 健史, 山本 真基, 安藤 映, 樺島 祥介, 福島 孝治, 永田 賢二	106
C02: 量子力学からの計算限界解明へのアプローチ 山下 茂, 河内 亮周, 中西 正樹, 西村 治道, Le Gall Francois, 小林 弘忠, 谷 誠一郎, 根本 香絵, 村尾 美緒	111
C03: 学習理論からの計算限界解明へのアプローチ 瀧本 英二, 正代 隆義, 畑埜 晃平, 篠原 歩, 内沢 啓, 吉仲 亮, 津田 宏治, Cuturi Marco	114

1. 研究活動

「計算量理論」秋学校

世話役：渡辺治（東京工業大学），小柴健史（埼玉大学）

1 イベント概要

日時：2013 年 9 月 24 日（火）～ 26 日（木）

場所：文化軽井沢山荘

<http://www.bunkakaruizawasansou.com/>

参加人数：36 名

（内訳）大学院 13 名，学部生 5 名

教員 14 名（含：P D），講師 4 名

プログラム

9 月 24 日

13:30 受付

14:00–15:00 津田 (1)

15:20–16:20 森前 (1)

16:40–17:40 神山 (1)

夕食後：懇談会（パズルと未解決問題セッション）

9 月 25 日

09:30–10:30 河村 (1)

10:50–11:50 津田 (2)

14:00–15:00 森前 (2)

15:20–16:20 神山 (2)

16:40–17:40 河村 (2)

夕食後：懇談会（パズルと未解決問題セッション）

9 月 26 日

9:30–12:00 自由討論

2 概要

計算限界解明主催による計算量理論秋学校を行った。この秋学校は，大学院生を中心とした若手研究者の育成のために，計算複雑さの理論とその周辺領域における基礎的な知識を専門家を招いて合宿形式で集中的に講義する催しである。第 2 回目にあたる今年度は，基本中の基本を学んだ昨年度とは少し角度を変えて，以下のように，計算複雑さに関連する話題を，アルゴリズム理論とその応用も含めて，幅広く講義する内容とした。

- ・「ZDD に基づくグラフ要素列挙と、配電網最適化への応用」津田宏治（産総研）
- ・「量子計算の基礎と Instantaneous Quantum Polynomial time」森前智行（群馬大）
- ・「最適化手法と計算限界解析：双対性と整数性」神山直之（九大）
- ・「連続系の計算量」河村彰星（東大）

具体的なプログラムと各講義の要約は本報告書最後にまとめた通りである。

人里離れた山荘で，周囲を大自然に囲まれた勉強には非常に良い環境の中で，参加者は全員，すべてのプログラムに参加し，朝から晩まで講義と議論に明け暮れた。夕食後の懇談会でも，未解決問題や，今後予定されているサイエンスカフェでの説明の方法など，多岐に渡る話題に夜更けまで議論が続いた。若手研究者や大学院生にとっては非常に密で刺激的な秋学校になっただろう。

3 講義内容

津田講師

データ構造としての ZDD の利点と ZDD におけるフロンティア法の紹介があった。ZDD を用いた最適化の適用例として効率的に電力安定供給を行う設定を見出すことへの適用を取り上げ，ZDD による最適化手法の有効性を説明した。電力供給のネットワークモデル，電力供給上の制約，レイアウトに関する制約を与え，制約ごとに ZDD を構成し，それらを合成して ZDD をする方法についての解説があった。



津田講師

森前講師

万量子計算の代表的なモデルとして回路モデルと観測ベースモデルについての基本事項についての解説がなされたのち、IQP と呼ばれる単純な演算によって計算される計算量クラスに対してポストセクションが可能とした場合、計算量クラスが様々に変化するという紹介があった。また、観測ベース量子計算の応用例としてブラインド量子計算と呼ばれる暗号プロトコルが情報理論的安全性を達成することを紹介し、QMA への応用可能性についての説明があった。



森前講師

神山講師

論理関数 f を評価する方法として、二分木の内部ノードに論理積あるいは論理和を配し葉ノードにリテラルを割り当てるときの葉のサイズを $L(f)$ とし、 $L(f)$ を組み合わせ論的な議論が可能となるプロトコル分割数 $C(f)$ と等価になることの紹介があった。Shannon の定理として $L(f)$ が非常に

大きい関数の存在性は証明されているが、そのような関数を陽に構成する方法に対する取り組みとして、 $C(f)$ の下界と整数計画問題への緩和、さらには線形計画問題への緩和について述べ、その証明手段として双対定理とそれと関連する諸性質についての直観的な理解の方法についての解説があった。



神山講師

河村講師

実関数の計算可能性の議論や計算量理論による評価を与えるための枠組みについて基礎からの説明がなされた。とくに、適正な表現や計算可能実数とは何かを定め、実関数の計算量クラスの説明があった。幾つかの基本的な実関数計算への適用例を紹介したのち、 $P = NP$ と等価になる実関数計算に関する言明の紹介と、SAT を利用した証明についての解説があった。



河村講師



全体写真



全体写真，講義の様子，食堂の様子

「計算限界解明」入門講義

電子情報通信学会コンピュテーション研究会における特別企画

1 概要

電子情報通信学会コンピュテーション研究会 (COMP) は年に六回程度の通常研究会を開催しており、我国の理論情報学の研究活動の中心の一つである。本領域では昨年度に引続き、周辺分野の研究者や学生に向けて、本領域の活動を広く紹介するとともに、課題や研究動向の情報を共有し、人的交流の手掛りとするを目的に、「チュートリアル講演」として六月（参加者数 23）、十月（35）、十二月（36）に三回の講義を行った。一回 90 分程の長めの時間を取ったこともあり、講演中から活潑な質問や議論が起り、計算限界研究への関心の高さを窺わせた。

コンピュテーション研究会のウェブページ

<http://www.ieice.org/~comp/>

2 講義の日程と内容

計算複雑さへの招待 (3):
数理計画法から攻める計算限界

上野賢哉 (京大、B02 班)

6 月 24 日 (月) 13:20–14:50 奈良女子大

本発表は、新学術領域 (計算限界解明) プロジェクトのチュートリアルシリーズの第三弾目である。今回のチュートリアルでは、数理計画法の視点から見た計算限界に焦点を当て、最新の研究動向を概説する。前回のチュートリアルは、 $P \neq NP$ に対して NP の側を大きくするような接近法であったが、今回は P の側を小さくすることにより $P \neq NP$ へと接近する方向性を取り上げることになる。特に、1991 年に Yannakakis によって確立された理論を基盤として、2012 年に Fiorini, Massar, Pokutta, Tiwary, de Wolf により証明された、 NP 完全問題を表現する線形計画法の複雑さに対する超多項式下界について説明する。

計算複雑さへの招待 (4):
計算限界証明における障壁

玉置卓 (京大、A02 班)

10 月 18 日 (金) 13:55–15:25 名古屋工業大

$P \neq NP$ 予想は、決定性計算は非決定性計算を効率よく模倣できない、という予想である。計算理論における最も重要な未解決問題の一つとして、多くの研究者によって半世紀近く研究されてきたが、いまだに解決への有力な道筋が見つけられていない。本発表では、 $P \neq NP$ を代表とする種々の計算限界を証明するためには、3 種類の障壁、すなわち「相対化」、「自然な証明」、「代数化」を越えなければならないことを紹介する。これらの障壁は、既存の証明手法をそのまま拡張するだけでは $P \neq NP$ を証明できないことを説明している。一方で、障壁を越えることができそうな計算限界証明の枠組みもいくつか提案されており、時間が許せばそのいくつかを紹介したい。

計算複雑さへの招待 (5):
回路から迫る P vs. NP

脊戸和寿 (成蹊大、A02 班)

12 月 20 日 (金) 15:30–16:50 沖縄県那覇市

本発表では、回路計算量と論理回路の充足可能性問題について基礎的な導入を行う。最初に回路計算モデルについて必要な定義やチューリング機械との関係を与える。次に、回路計算モデルによって定義される回路計算量クラスについての導入を行い、パリティ関数の下界を例に、定数段数回路、論理式、一般の回路における証明技法を簡単に解説する。その後、論理回路の充足可能性問題における非自明な指数時間アルゴリズムと回路計算量の下界証明の関連結果について述べる。最後に線形サイズの論理式に対する充足可能性問題の非自明な指数時間アルゴリズムを紹介し、その設計技法が論理式における回路計算量の下界証明手法と強く関連していることを示す。

基礎理論が導く最先端技術： 計算限界解明への取り組みと超高速アルゴリズム開発 第12回情報科学技術フォーラム (FIT 2013)

報告者 牧野和久（京都大学）

1 イベント概要

日時：2013年9月6日（金）

場所：鳥取大学

参加人数：100名程度

プログラム

第一部 講演会

13:00-13:25: 「計算限界解明：なぜ限界を？ & なぜ今？」

渡辺 治（東京工業大学）

13:25-13:50: 「離散構造処理系に関する計算量解析と実問題への適用」

湊 真一（北海道大学）

13:50-14:15: 「巨大グラフの解析とアルゴリズム」
河原林 健一（国立情報学研究所）

第二部 ポスターセッション

14:30-16:00: 「基礎理論から見えてくる最先端アルゴリズムの世界」

夫 紀恵（国立情報学研究所），林浩平（国立情報学研究所），波多野大督（国立情報学研究所），高口 太朗（国立情報学研究所），西 遼佑（国立情報学研究所），前原 貴憲（国立情報学研究所），Vorapong Suppakitpaisarn（国立情報学研究所），相馬輔（東京大学）戸田貴久（JST ERATO）Skip Jordan（JST ERATO）脊戸 和寿（電気通信大学）河村彰星（東京大学）

2 概要

本企画は，2013年9月14日～16日に鳥取大学で行われた第12回情報科学技術フォーラム（FIT 2013）のイベント企画として開催された。これは，

アルゴリズム論や計算料理論などの計算機科学分野で，最近，日本で採択された3つの大きなプロジェクト

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究「計算限界解明」（本研究課題）

（JST ERATO 湊 離散構造処理系プロジェクト

JST ERATO 河原林 巨大グラフプロジェクト

によって共同で企画された。

第一部は，3つのプロジェクト・リーダーによるプロジェクト概要の講演が行われた（詳しくは次節で紹介する）。第二部では，これらのプロジェクトに参加している若手研究者によるポスターセッションが行われた。本プロジェクトからは，Skip Jordan 氏，脊戸和寿氏，河村彰星氏の3名の研究者による発表があった。

非常に多くの参加者があり，活発な議論が行われた。

3 講義内容

渡辺治 講師

科研費の新学術領域として昨年度より開始した「計算限界解明」では，計算の限界を様々な観点から解明する新たな研究領域の構築が進められている。なぜ，計算の限界の解明に挑むのか？こうした研究が情報科学技術の進展の中でどのような意義を持つのか？そして，なぜ今，新たな学問領域としての取り組みを開始したのか？などを説明する。

湊真一 講師

計算機が扱う問題の多くは、離散構造の処理を基盤としている。「論理」や「集合」を始めとする様々な離散構造を統合的に演算処理する技法を体系化し、分野横断的かつ大規模な実問題を高速に処理する技術基盤を構築することを目標として「JST ERATO 湊 離散構造処理系プロジェクト」が現在進行中である。このプロジェクトでは、理論 (Science) と応用 (Engineering) をつなぐ「Art」層を形成し、幅広い研究者が共通の言葉で議論する場を提供することを目指している。本講演では、離散構造処理に関する最近の理論的な研究成果について紹介し、それらの結果が現実の大規模データを扱う問題にどのように関係しているかを述べる。

河原林健一 講師

Web 構造や Facebook, Twitter など、我々の身近にある複雑ネットワークは日々膨張を続け、現在では各々 10^9 に近いユーザーが利用する巨大構造をなしている。このような巨大なネットワークは、ユーザーに相当する「頂点」と、各ユーザーを結ぶネットワークに該当する「辺」からなる「グラフ」を構成している。JST ERATO「河原林巨大グラフプロジェクト」では、このような巨大グラフを、1. 数学的に解析し、2. その解析により「高速」に動作するアルゴリズム開発、を目指している。本講演では、上記プロジェクトの概要を最初に紹介する。その後、グラフの「数学的」な知識と既知のアルゴリズムを組み合わせることにより、既存よりはるかに性能が良いアルゴリズム開発が可能である例をいくつか紹介する。

ELC 暗号理論秋学校

世話役: 河内亮周（東工大），田中圭介（東工大）

1 概要

日時: 2013 年 9 月 24 日 (火)～ 9 月 27 日 (金)

場所: 河口湖クラブセントビレッジ

参加人数: 36 名

計算限界解明主催による暗号理論秋学校を河口湖にて開催した。本秋学校は、学部生・院生・若手研究者を広く対象とした暗号理論の基本的なトピックから最先端の研究の概要まで、静謐な河口湖畔で講義に集中するという秋学校には最適な環境の下で、若手育成を目的とした集中講義が行われた。講義タイトルは以下の通りである。講義の具体的内容については後述する。

- 河内 亮周（東工大）: 疑似ランダム性の統一理論
- 安永 憲司（金沢大）: ブラックボックス構成とその限界
- 草川 恵太（NTT）: 完全準同型性暗号
- 松田 隆宏（産総研）: 公開鍵暗号の基礎理論 & How to Write a Paper

第二回目の今回は参加者 36 名（大学教員・研究員 7 名（講師含む）、博士課程学生 3 名、修士課程学生 21 名、学部学生 11 名）を数え、昨年の第一回よりも一割ほど増加することで更に活気に満ちた秋学校になった。また参加者の所属は、東工大、埼玉大、金沢大、筑波大、東大、電通大、産総研、情報通信研究機構、NTT、と多岐にわたり、講義だけでなく、人材交流の面でも若手にとって非常に良い企画となったと思われる。

2 講義内容

講師: 河内 亮周（東工大）

講義名: 疑似ランダム性の統一理論



講義概要: Salil Vadhan の論文 "The Unified Theory of Pseudorandomness" を中心に疑似ランダム性の統一理論による解説がなされた。疑似乱数生成器の構成と乱数抽出器の背後にある疑似ランダム性を特徴付ける概念を与え、それがどのように統一するかの解説がなされた。その統一理論の視点から暗号理論の基本定理である Goldreich-Levin の定理の証明が解説された。

講師: 安永 憲司（金沢大）

講義名: ブラックボックス構成とその限界

講義概要: ある暗号理論的構成要素から具体的な暗号プロトコルを構成する標準的手法としてブラックボックス構成がある。その定式化から始まり、ブラックボックス構成では不可能な具体的暗号プロトコル（例えば暗号理論的には妥当な仮定の下である非常に良いパラメータを持つ暗号化乱数依存暗号がブラックボックス構成できない等）について紹介し、その証明が概説された。

講師: 草川 恵太（NTT）

講義名: 完全準同型暗号

講義概要: 近年暗号理論に大きなブレイクスルーを与えた完全準同型暗号（暗号文同士の四則演算が可能な公開鍵暗号系）の基礎とその最近の発展の解説がなされた。特に計算量理論で有名な定理である NC1 回路と幅 5 置換ブランディングプログラムの等価性を示す Barrington の定理を応用し、完全準同型暗号

の安全性を改善するための技法が解説された.

講師: 松田 隆宏 (産総研)

講義名: 公開鍵暗号の基礎理論 & How to Write a Paper

講義概要: 公開鍵暗号で最も標準的な安全性である適応的選択暗号文攻撃に対する識別不可能性 (IND-CCA2) を中心に暗号文が短いプロトコルの研究解説が行われ, また暗号プロトコルの安全性を証明するための基本的な技法であるゲームホップ法に関する初等的な解説が IND-CCA2 安全性証明を題材に具体的な解説が行われた. また Goldreich のエッセイ ”How to Write a Paper” を題材に, いかに良い論文を書くか, という方法論についての解説も行われた.

サイエンスカフェ

担当：渡辺治（東京工業大学）

1 イベント概要

日時：2013 年 11 月 11 日 (火)

場所：東京工業大学

百周年記念館（フェライト会議室＋ホール）

参加人数：約 55 名

（内訳）お客さん 39 名，スタッフ他 15 名

※今回は「高校生推奨」と宣伝したこともあり，参加者のほとんどが高校生だった。

プログラム

17:30 –

受付開始

随時，各テーブルでの雑談（カフェ）を開始

19:20 – 19:45

シャッフルタイム

※各自のテーブルを離れて他のテーブルを訪問

19:45 – 20:00

まとめのお話し・・・渡辺 治（東工大）

2 本物のカフェ目指して

理論の分野ではカフェ¹はとても重要である。もちろん，大抵は息抜きや気分転換のために使うのだが，ときには，そうしたリラックスの時間の中で新たな着想がうまれたり，あるいはカフェでの議論の中から新たな定理の発見が得られる場合も少なくない。

今回のサイエンスカフェは，そうした研究者が雑談しているカフェの雰囲気に参加者の皆さんにも味わってもらうことを目指してみた。多くの「サイエンスカフェ」はカフェと称しても，講演会などの後にお茶を飲む時間を取る程度のものが多いが，今回は講演は（最後のまとめを除いては）無しにして，カフェでの雑談を演出してみたのである。

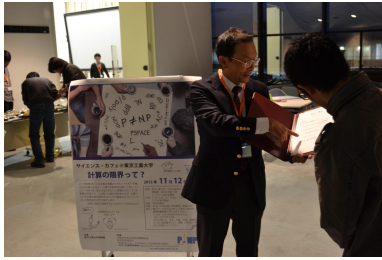
幸い我々のプロジェクトのメンバーは各々多才であり，おしゃべりもうまい人が多いし，中には小道具を豊富に持っている人も少なくない。そうしたメンバーの中から，今回は 6 名の先生方にホスト役をお願いし，各テーブルを受け持ってもらい，1 時間半程度の間，そのテーブルに来たお客さん（6 ～ 7 名）を楽しませて頂くことにした。もちろん，テーマは「計算」である。皆さんの得意な題材を用いて参加者の皆さんに「計算」の様々な側面にふれてもらうのが目的である。

今回は講師陣がホストとして，お客さんをうまく惹きつけなければならない。さらには，カフェというリラックスした雰囲気も作り出さねばならない。果たして，うまくいくのだろうか？という心配も少なからずあった。

しかし，それは杞憂に終わった。さすが，我々のプロジェクトの精鋭の研究者の皆さんである。ホストの皆さんは，口八丁手八丁，小道具，クイズ，そして PC などを使いながら，自分のテーブルを選んでくださったお客さんたちを「計算」の世界に引き込んでいったのだった。途中，シャッフルタイムを設けてアナウンスしてみたものの，会話がはずんでいるようで，自分のテーブルに腰を落ち着けてしまう人がほとんどだったのである。

というわけで，最後にまとめの話をして終わりにしたが，名残惜しそうな方も多く，カフェの雰囲気は十分出せたのではないかと主催・企画を担当したものとしては，大変嬉しい結果であった。改めてホストの先生方には感謝したい。

¹別に喫茶店に行くことだけではない。要するにお茶とお菓子をとりながら雑談すること。



受付風景



3 各テーブルのホストと話題

今回、ホストを引き受けて下さった方々とそのテーマは以下の通り（テーブル番号順）。

1. ゲームとパズルで知る計算複雑さ
上原隆平（北陸先端大）
2. 積み木で形を作ること
岡本吉央（電通大）
3. P と NP
河村彰星（東大）
4. 展開図のフシギ
堀山貴史（埼玉大）
5. あみだくじゲーム
山中克久（岩手大）
6. 量子力学と計算
河内亮周（東工大）

ごく簡単に各テーブルでの話題とテーブルの雰囲気をお伝えする。

テーブル 1：上原隆平（JAIST）

ゲームとパズルで知る計算複雑さ

JAIST パズル博物館の立役者である上原氏ならではの話題。一般化すると NP 困難なパズルやゲームを持参し、実際に試してもらいながら、難しさの理由などを知ってもらおうというもの。

まさに今回の趣旨そのもの。JAIST の上原氏のフロアのお茶会の延長のようなテーブルだった。皆が黙々とパズルをするのだが、その中で、時折、ぼそぼそと、肝となることをつぶやく上原氏。独特の雰囲気を作り出していた。さすがの上原氏である。



テーブル 1：JAIST の雰囲気そのもの

テーブル 2：岡本吉央（電通大）

積み木で形を作ること

「積み木で形が作れるか？」がテーマ。一見すると簡単な疑問が計算の限界を解明することや、 $P \neq NP$ 予想とどのように関係しているのかの話。やはり、持参して下さった積み木パズルをいじってもらいつつ、iPad を駆使した解説も。難しいパズルもあって、皆さん頭から湯気が出そうに頑張っていた。



テーブル 2：iPad も駆使しての説明

テーブル3：河村彰星（東大）

P と NP

直球勝負の理論派テーブル。けれども、参加者の人気が最も高いテーブルだった（真面目な高校生諸君だったからだろうか？）。

ただし、参加者同士で難しそうなインスタンスを作って互いに解いてもらう、というクイズゲームを取り交ぜながら、P と NP の世界へ参加者を引き込んで行く。このテーブルの参加者の高校生諸君は、この短時間に NP の神髄を理解したようだ。お見事！



テーブル3：解説している河村氏

テーブル4：堀山貴史（埼玉大）

展開図のフシギ

堀山氏の十八番、展開図をテーマにしたテーブル。ここでも、多数の小道具を持参しての熱演。また、彼の展開図カタログに参加者はあ然！?

とは言うものの、なぜか「のんびりい〜」という雰囲気がただよっていたのは、堀山氏の人柄のためだろう。



テーブル4：のんびりムードをかもし出す

テーブル5：山中克久（岩手大）

あみだくじゲーム

多くの日本人にとってなじみ深い「あみだくじ」を話題にしたテーブル。あみだくじの数理的な性質を紹介し、最近のあみだくじの計算論的な研究まで。あみだくじをベースにして山中氏が考案した「あみだくじゲーム」をPC上で、楽しんでもらいながらの解説だった。

山中氏は何と、このためにPC3台（いや4台?）を岩手から持参したのであった；脱帽！その甲斐は十分あったようだ。このゲームは、どうもはまってしまいうらしい。



テーブル5：拡張あみだくじの解説

テーブル6：河内亮周（東工大）

量子力学と計算

量子計算と量子情報を話題にしたテーブル。これも理論の直球勝負のテーブルだったが、やはり人気が高かった。計算の基本原則から始め、その原理に量子力学をどう利用するのか、という導入から、量子テレポーテーションまで。非常に密度の高い内容をプロジェクタを用いてミニ講演形式で解説。これで1時間半、高校生諸君を惹きつけたのだから、すごいパワーである。



テーブル6：熱血講演の河内氏



会場の様子



最後のまとめ

FOCS2013 報告会

世話役：牧野 和久（京都大学）

1 イベント概要

日時：2013 年 12 月 23 日 (月), 24 日 (火)

場所：東京大学本郷キャンパス

工学部 6 号館 3 階セミナー室 A D

参加人数：45 名程度

プログラム

12 月 23 日

13:00 – 14:10: 山内 由紀子（九州大学）

担当論文：Tight Bounds for Set Disjointness in the Message Passing Model (M. Braverman, F. Ellen, R. Oshman, T. Pitassi and V. Vaikanathan)

14:30 – 15:40: 森 立平（東京工業大学）

担当論文：Approximate Constraint Satisfaction Requires Large LP Relaxations (S.O. Chan, J.R. Lee, P. Raghavendra and D. Steurer)

16:00 – 17:10: 斎藤 惇（群馬大学）

担当論文：A Satisfiability Algorithm for Sparse Depth Two Threshold Circuits (R. Impagliazzo, R. Paturi, and S. Schneider)

12 月 24 日

10:30-11:40: 長尾 篤樹（京都大学）

担当論文：Average Case Lower Bounds for Monotone Switching Networks (Y. Filmus, T. Pitassi, R. Robere and S.A. Cook)

13:00-14:10: 河瀬 康志（東京大学）

担当論文：The Price of Stability for Undirected Broadcast Network Design with Fair Cost Allocation is Constant (V. Bilo, M. Flammini and L. Moscardelli)

14:30-15:40: 山口裕生（東京工業大学）

担当論文：Interlacing Families I: Bipartite Ramanujan Graphs of All Degrees (A. Marcus, D.A. Spielman and N. Srivastava)

16:00-17:10: 中川 航太郎（東京工業大学）

担当論文：Towards a Better Approximation for Sparsest Cut? (S. Arora, R. Ge and A.K. Sinop)

2 概要

理論計算機科学に関連する中でもっとも重要な会議として以下の 3 つが挙げられる：

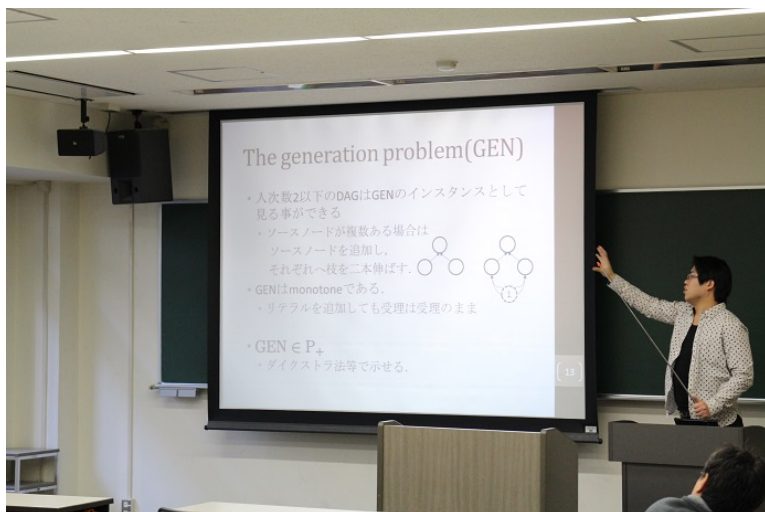
Symposium on Theory of Computing (STOC)

Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)

Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA).

2013 年度，計算限界解明プロジェクトでは FOCS2013 と SODA2014 に，博士課程の学生を含む若手研究者を派遣した。これは，本プロジェクト目的および，これまでの成果を広報し，国際的な協力をお願いすると同時に，それらの会議で報告された最新の研究成果をいち早く吸収し，本プロジェクトに有効活用することを目的とした。

本報告会では，FOCS2013 で発表された 7 件の成果を派遣された研究者を中心に報告してもらった。各発表は，1 時間 10 分と長めに設定したのにもかかわらず，どの講演に対しても活発な質疑のやりとりがあり，いつも 10 分程度延長するほど白熱した議論が交わされ，好評であった。



講義の様子



全体写真



休憩時間の様子

SODA2014 報告会

世話役：牧野 和久（京都大学）

1 イベント概要

日時：2014 年 2 月 10 日 (月) 9:40 ~ 18:00

場所：東京工業大学

キャンパス・イノベーションセンター

多目的ルーム

参加人数：25 名程度

プログラム

2 月 10 日

9:40-10:40：大舘 陽太 (JAIST)

担当論文：Large induced subgraphs via triangulations and CMSO (F. Fomin, I. Todinca, Y. Villanger)

11:00-12:00：安藤 映 (崇城大学)

担当論文：Smoothed Analysis of Local Search for the Maximum-Cut Problem (M. Etscheid, H. Roglin)

13:00-14:00：小長谷 松雄 (JAIST)

担当論文：Selection and Sorting in the "Restore" Model (T. M. Chan, J. I. Munro, V. Raman)

14:20-15:20：澄田 範奈 (東京大学)

担当論文：Dantzig's pivoting rule for shortest paths, deterministic MDPs, and minimum cost to time ratio cycles (T. D. Hansen, H. Kaplan, U. Zwick)

15:40-16:40：木村 慧 (東京大学)

担当論文：Space complexity of list H-coloring: a dichotomy (L. Egri, P. Hell, B. Larose, A. Rafiey)

17:00-18:00：桂 敬史 (東北大学)

担当論文：Bicriteria data compression (A. Faruggia, P. Ferragina, A. Frangioni, R. Venturini)

2 概要

理論計算機科学に関連する中でもっとも重要な会議として以下の3つが挙げられる：

Symposium on Theory of Computing (STOC)

Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)

Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA).

2013 年度，計算限界解明プロジェクトでは FOCS2013 と SODA2014 に，博士課程の学生を含む若手研究者を派遣した．これは，本プロジェクト目的および，これまでの成果を広報し，国際的な協力をお願いすると同時に，それらの会議で報告された最新の研究成果をいち早く吸収し，本プロジェクトに有効活用することを目的とした．

本報告会では，SODA2014 で発表された6件の成果を派遣された研究者を中心に報告してもらった．休憩時間や懇親会の際にも，活発な議論が交わされ，好評であった．



講義の様子 1.



講義の様子 2.

ELC International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG 2013)

担当：渡辺治（東京工業大学）

1 イベント概要

日時：2013 年 7 月 29 日 (土) ～ 31 日 (月)

場所：北海道大学，国際会議場

参加人数：約 60 名（海外からの参加者約 20 名）

プログラム：次ページ参照

2 会議について

この国際会議は，統計力学分野で 4 年に 1 度行われる世界大会，STATPHYS の第 25 大会がソウル（韓国）で行われる機会に，そのサテライトワークショップとして計画したものである。

多体系の物理を研究するための様々な手法を開発してきた統計力学分野では，これまでも機械学習を中心に，コンピュータサイエンスからのアプローチと対を成す研究を進展させてきた。さらに最近では，その手法を，SAT 問題に代表される制約充足問題の統計的特質の研究にも応用し，メッセージ伝搬アルゴリズムなどの計算限界を解析する研究が活発に行われている。

こうした手法から新たな計算限界解析手法を見出すことを試みている C01 班では，班の連携研究者の樺島，福島を中心に，計算限界解明の研究者（C01 班に限らない）と統計力学の世界的な研究者との議論の場となる会議を主催することにしたのである。

会議は北海道大学のキャンパス内の国際会議場，百周年記念ホールにて，7 月 29 日から 31 日までの 3 日間行われた。プログラムは次ページに示す通りである。この中で，計算限界解明からは，C01 班の山本，樺島，福島，Coja-Oghlan（研究協力者），ならびに B02 班の来嶋が発表した。また，ポスターセッションでは，本領域 PD（C01 班）の

森が符号解析の研究について，また，C01 班の小柴・森が C01 班で取り組んでいる MAX3LIN 問題の複雑さの解析の途中経過について報告した。

発表は，ランダム多体系の解析のための基礎的な手法やランダム行列に数学理論から金融変動の予測やタンパク質の畳み込みの予測まで，多岐に渡る内容であったが，すべてが，統計力学的手法と計算論との接点に関わるテーマであり，その意味では，非常に焦点が絞られた発表ばかりであった。

その中でも，とくに今後の本領域の研究にも関連すると思われる発表を簡単に列挙してみる。Burda はランダム行列の積に関する基本的な解析を議論した。今回は，連続値に関する結果であるが，これが離散値にまで発展した解析になると，コンピュータサイエンスにおける非常に強力な武器になると思われる。Zhou は Feedback vertex set problem に対する平均的に効率の良いアルゴリズムの提案とその解析を行った。この問題に対する彼の特徴づけとアルゴリズム解析は，平均時計算量の議論のよい題材になると思われる。M. Chertkov は Weighted perfect matching 問題に対する新たなヒューリスティクスの提案とその解析のアプローチについて議論した。新しい手法だけに，統計力学的な解析だけでなく計算論的な解析のよい題材にもなると思われる。Zdeborova は，bisection 問題に代表されるグラフの分割問題に対する信念伝搬法とそこから導出されるスペクトラル法（の一種）について述べた。この研究は，まさに，山本・渡辺が以前行って研究であり，今後の共同研究の非常によい題材になると思われる。

以上，3 日間ではあったが，大変密度の濃い会議だったが，運営に尽力された北大の井上先生のお蔭で，様々な議論があちらこちらでできるような，非常によい雰囲気での会議となった。

	July 28th (Conference Hall)	July 29th (Centennial Hall)	July 30th (Centennial Hall)
8:30-8:50	Registration		
8:50-9:00	Opening Remark		
9:00-9:40	T. Tanaka (Kyoto University, Japan)	M. Ohzeki (Kyoto University, Japan)	M. Yamamoto (Seikei University, Japan)
9:40-10:20	Z. Burda (Jagiellonian University, Poland)	H. Zhou (ITP-CAS, China)	A. Coja-Oghlan (Goethe University Frankfurt/Main, Germany)
10:20-10:40	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
10:40-11:20	K. Takeda (Ibaraki University, Japan)	M. Yasuda (Yamagata University, Japan)	F. Zaampori (Ecole Normale Supérieure, France)
11:20-12:00	A. Chakraborti (Ecole Centrale Paris, France)	M. Cherkov (LANL, USA)	F. Krzakala (ESPCI ParisTech, France)
12:00-13:20	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break
13:20-14:00	R. Monasson (Ecole Normale Supérieure, France)	K. Takahashi (Tokyo Institute of Technology, Japan)	Y. Yamauchi (Kyushu University, Japan)
14:00-14:40	H. Shimazaki (RIKEN BSL, Japan)	S. Boettcher (Emory University, USA)	E. Aurell (KTH, Sweden)
14:40-15:20	Poster Session (15:00-17:00)	H. Katzgraber (ETH Zurich, Switzerland; Texas A&M University, USA)	S. Kijima (Kyushu University, Japan)
15:20-15:40		Coffee Break	Coffee Break
15:40-16:20		G. Semerjian (Ecole Normale Supérieure, France)	L. Zdeborova (CEA/Saclay, France)
16:20-17:00		S. Todo (University of Tokyo, Japan)	K. Hukushima (University of Tokyo, Japan)
		Banquet (19:00-)	Closing Remark



受け付け風景と会場の様子



ポスターセッション

ELC Workshop on Randomness and Probability Through Computability

世話役: 河村彰星 (東京大学, A01 班), 宮部賢志 (東京大学)

算法乱雑性 (Algorithmic Randomness) の分野では数理論理学からの様々な手法が深く究められているが、近年ではこれを計算限界へ応用する研究が増えつつある。この意味での乱雑性と計算量・乱択算法との間の関係が注目され始めたのは比較的新しく、特に A01 班「数理論理学からの計算限界解析」の課題への挑戦に役立つことが期待される。このような融合の更なる進展を目指し、FIRST 合原先端数理モデルプロジェクトとの共催で平成 25 年 5 月 14 日 (火)・15 日 (水) に東京大学工学部六号館にて研究会を開催した。

本領域 B01 班の来嶋秀治氏を含む両分野の世界の専門家による招待講演に加え、一般講演を募集し 10 件の発表があった。

27 名の参加者があり、活潑な議論が行われた。また直前の 5 月 13 日 (月)・14 日 (火) には、より時間をかけてじっくり議論する ELC Seminar on Algorithmic Randomness を開催した。

当日の時間割と演題

Tuesday 14

1. 13:10 – 13:30 Osamu Watanabe
(Tokyo Institute of Technology)
ELC Project: For Deeper Understanding of the Limits of Computation.
2. 13:45 – 14:45 Shuji Kijima
(Kyushu University)
Randomness in Algorithm Design.
3. 15:00 – 15:45 Rod Downey
(Victoria University of Wellington)
Randomness from Borel through Turing and into the 21st Century.

4. 16:00 – 16:30 Keita Yokoyama (JAIST)
A generalization of
Levin-Schnorr's theorem.
5. 16:45 – 17:15 Toshio Suzuki
(Tokyo Metropolitan University)
Forcing complexity.
6. 17:30 – 18:00 Kenshi Miyabe
(University of Tokyo)
The preordering related to
uniform Schnorr randomness.

Wednesday 15

7. 9:30 – 10:00 Kojiro Higuchi
(Chiba University)
Effective Strong Measure Zero.
 8. 10:15 – 10:45 NingNing Peng
(Tohoku University)
Definability of Randomness
via Another Randomness.
 9. 11:00 – 12:00 André Nies
(University of Auckland)
Differentiability and porosity.
- 12:00 – 13:15 *Lunch Break.*
10. 13:15 – 13:45 Akimichi Takemura
(University of Tokyo)
An introduction to game-theoretic
probability from statistical viewpoint.
 11. 14:00 – 15:00 Bakhadyr Khoussainov
(University of Auckland)
On finitely presented expansions
of semigroups, algebras, and groups.



来嶋氏の講演



Nies 氏の講演

- 12. 15:15 – 16:15 Rod Downey
(Victoria University of Wellington)
Integer-valued randomness.
- 13. 16:30 – 17:00 Takayuki Kihara (JAIST)
Bitwise addition and
algorithmic randomness.
- 14. 17:15 – 17:45 Toru Takisaka
(Kyoto University)
On quantum Kolmogorov complexities
and their relationships.

招待講演要旨（講演順）

Randomness in Algorithm Design

Shuji Kijima

Kyushu University, Japan (B01 班)

“What is the property that a randomized algorithm really requires for randomness?” Motivated by the question, this talk reviews some (randomized) algorithms which the speaker has been investigating. To begin with, we are concerned with a fundamental problem finding frequent items in a data stream. For the problem, we have developed a randomized approximation algorithm using memory of only $O(\log \log n)$ bits, presenting an efficient sampling algorithm in a stream, where n denotes the length of the input stream which the algorithm

does not know in advance. Next, we briefly review the Markov chain Monte Carlo (MCMC) method, which is a sophisticated and useful technique for random sampling. Finally, the speaker will talk about deterministic random walks on finite graphs, motivated by a question if it is possible to derandomize an MCMC.

Differentiability and Porosity

André Nies

University of Auckland

Brattka, Miller and Nies proved in 2011 that a real z is computably random iff every nondecreasing function is differentiable at z . I will consider the analogous theorem when the effectiveness condition on the function is varied.

1. The analogous theorem holds for polynomial time randomness and polynomial time computable nondecreasing functions.

2. For interval-c.e. function (essentially, the variation function of a computable function), the right randomness strength is Martin-Loef random reals at which the Lebesgue density theorem holds for effectively closed sets.

Surprisingly, the analytic notion of porosity plays a major role in both proofs.



Downey 氏の講演



木原氏（北陸先端大）のセミナー

On Finitely Presented Expansions of Semigroups, Algebras, and Groups.

Bakhadyr Khoussainov
University of Auckland

Finitely presented algebraic systems are of foundational interest in algebra, computability, and complexity. In this talk we will discuss finitely presented expansions of standard algebraic systems such as semigroups, algebras and groups. The talk is based on the following two papers:
(1) Bakhadyr Khoussainov, Alexei Miasnikov. Finitely presented expansions of semigroups, groups, and algebras. Transactions of the AMS. To appear.
(2) Denis Hirschfeldt, Bakhadyr Khoussainov. On finitely presented expansions of semigroups. Algebra and Logic. Appeared in 2012.

Integer Valued Randomness

Rod Downey
Victoria University of Wellington

(With George Barmpalias and Michael McInerney.)
In 2012, Bienvenu, Stephan and Tuetsch began the study of an interesting notion of algorithmic randomness called *integer valued randomness*. This notion asks that we use martingales where the bets need to have discrete values. We will review the known results in this area, and look at

recent material classifying the relationship of the randomness notion with the computably enumerable degrees, and notions of genericity.

前日の併設セミナーの演題（講演順）

1. Takayuki Kihara (JAIST)
Lowness for randomness and set theory of the real line.
2. Kenshi Miyabe (University of Tokyo)
Uniform relativization and almost uniform relativization.
3. Akitoshi Kawamura (University of Tokyo)
Polynomial-time randomness and differentiability.



懇親会の様子

ELC Workshop on Polyhedral Approaches: Extension complexity and pivoting lower bounds

世話役: David Avis (京都大学), 加藤直樹 (京都大学)

1 開催情報

日時 2013 年 6 月 14 日 (金) – 19 日 (水)

場所 コミュニティ嵯峨野 (6/14–6/16)
京都大学百周年時計台記念館 (6/17–19)

参加者 D. Bremner, B. Cook, K. Fukuda, V. Kaibel, K. Pashkovich, S. Polutka, H. Tiwary 他. 計 25 名

プログラム

[6 月 14 日 (金) @嵐山]

13:20–13:30 オープニング

13:30–14:15 Volker Kaibel

Introduction to extended formulations, slack matrices, their factorization, and combinatorial lower bounds extension complexity.

14:30–15:15 Sebastian Pokutta

Communication complexity and information theory as a method to obtain lower bounds.

15:30–16:15 Kostya Pashkovich

Lower bounds for symmetric extensions.

16:30–17:15 Hans Tiwary

Randomized protocols and proving bounds for extension complexity from classical reductions.

[6 月 15 日 (土), 16 日 (日) @嵐山]

終日議論

[6 月 17 日 (月), 18 日 (水) @京大時計台記念館]

終日議論

[6 月 19 日 (水) @京大 吉田キャンパス]

10:30–12:00 Bill Cook

Traveling salesman.

[6 月 20 日 (木): 追加講演@京大 吉田キャンパス]

8:45–10:15 David Bremner

Finding a minimum norm point on a polyhedral boundary.

概要 近年, 線形計画法あるいは多面体的手法に関連する計算下界の良い研究結果が短期間の内にいくつか出てきている. 研究の進展は速く, 興味深い未解決問題も多数生まれている.

本ワークショップは, Extension complexity と pivoting lower bound をテーマに, 「Bellairs style」で実施された. 「Bellairs style」とは, トピックを絞り込み, 参加者により問題の解決を目指すという方式である. 初日は extended formulation に関する最新の技法についての講演を聞き, 二日目以降は問題に取り組んだ. 議論は選ばれた 1 人がホワイトボードの前に立ち, 席に座っている他の人たちが説明したことを代理でホワイトボードに書いていく形式で行われた. ホワイトボードの前に立っている 1 人以外は, ホワイトボードを決して利用してはならず, 全て口頭で説明しなければならない. こうすることで, 口頭での説明を他の人が理解できていることを確認しながら, ゆっくりと議論を進めることができる.



図 1.1: Tiwary 氏による講演

ELC Workshop on Inapproximability

世話役: 岩田 覚 (東京大学), 神山 直之 (九州大学), 加藤 直樹 (京都大学),
来嶋 秀治 (九州大学), 岡本 吉央 (電気通信大学)

B01 班の研究活動の一環として, 2014 年 1 月 25 日, 26 日に, 最適化問題に対する近似不可能性に関するワークショップを開催した.

- 開催地: 電気通信大学
- プログラム:

– 1 月 25 日

- * 13:15–14:00 Nisheeth Vishnoi (マイクロソフト研究所, インド): Inapproximability
- * 14:15–15:00 Samuel Fiorini (ブリュッセル自由大学): Approximation Limits of Linear Programs (Beyond Hierarchies)
- * 15:15–16:00 Danupon Nanongkai (南洋理工大学, シンガポール): Graph Products and Hardnesses of Approximation
- * 16:15–17:00 Kenya Ueno (京都大学): Inapproximability of Linear Programs for The Universal Relation

– 1 月 26 日

- * 9:30–10:10 Michael Lampis (京都大学): Baby steps towards TSP inapproximability
- * 10:30–11:15 Sevag Gharibian (カリフォルニア大学バークレー校): Quantum constraint satisfaction and approximation
- * 11:30–12:15 Kiyohito Nagano (公立はこだて未来大学): Information-theoretic lower bounds on the approximability of submodular optimization problems

- 参加者数: 31 名

各講演の概要は以下の通りであった.

Nisheeth Vishnoi: Inapproximability

Many optimization problems of theoretical and practical interest are NP-hard, meaning it is impossible to compute exact solutions to these problems in polynomial time unless $P=NP$. A natural way to cope with NP-hardness is to sacrifice exactness for efficiency and seek approximate solutions, i.e., design algorithms that find a solution which is guaranteed to be close to optimal for any given input. A bit more formally, an algorithm is said to have an approximation ratio C for an optimization problem if, for each of its instances, the algorithm outputs a solution whose cost is within a factor C of the optimum for that instance. NP-hard problems exhibit a wide range of behavior in how well they can be approximated and the areas of approximation algorithms and hardness of approximation address the two facets of the following question:

How close can polynomial-time algorithms come to finding optimal solutions for NP-hard problems?

One aspect is, naturally, designing such approximation algorithms. The other facet is proving inapproximability results; results that rule out the possibility of good approximation algorithms (under assumptions such as $P \neq NP$). In this talk, I will give a bird's eye view of the deep, rich and vibrant area of inapproximability which

combines tools from algebra, analysis and geometry to establish inapproximability of innocuous looking NP-hard problems.

Samuel Fiorini: Approximation Limits of Linear Programs (Beyond Hierarchies)

We develop a framework for proving approximation limits of polynomial-size linear programs from lower bounds on the nonnegative ranks of suitably defined matrices. This framework yields unconditional impossibility results that are applicable to *any* linear program as opposed to only programs generated by hierarchies. Using our framework, we prove that $O(n^{1/2-\epsilon})$ -approximations for CLIQUE require linear programs of size $2^{n^{\Omega(\epsilon)}}$. This lower bound applies to linear programs using a certain encoding of CLIQUE as a linear optimization problem. Moreover, we establish a similar result for approximations of semidefinite programs by linear programs.

Our main technical ingredient is a quantitative improvement of Razborov's rectangle corruption lemma (1992) for the high error regime, which gives strong lower bounds on the nonnegative rank of shifts of the unique disjointness matrix.

This is joint work with Gábor Braun (Georgia Tech), Sebastian Pokutta (Georgia Tech) and David Steurer (Cornell).

Danupon Nanongkai: Graph Products and Hardnesses of Approximation

Abstract: I will present a simple framework for proving hardnesses of approximation based on graph products. In contrast to most of the hardness proofs nowadays which require heavy machineries, this framework requires one to simply prove some graph product inequalities in order to prove non-trivial approximation hardnesses. This simple technique has led to new, tight, hardness results for many problems, including Induced Matching, Poset Dimension,

Hypergraph Pricing, Edge-Disjoint Paths, and Coloring Graph Powers. In this talk, I will explain this technique and some of its applications.

Results presented in this talk are based on joint papers with Bundit Laekhanukit (McGill University) and Parinya Chalermsook (Max-Planck-Institut für Informatik) that appeared in FOCS 2013 and SODA 2013, and to appear in LATIN 2014. This talk will not assume any background of the audience except some basic knowledge in graph theory.

Kenya Ueno: Inapproximability of Linear Programs for The Universal Relation

We overview linear programming based approaches for proving formula size lower bounds with their limitations. In particular, we consider the universal relation which subsumes formula complexity of all Boolean functions. We can prove the limitations of lower bound methods by proving the upper bound for the universal relation. We interpret the limitations from the viewpoint of inapproximability and discuss possible research directions.

Michael Lampis: Baby steps towards TSP inapproximability

Although the Traveling Salesman Problem is one of the most intensely studied problems in combinatorics, the best currently known hardness of approximation bounds are a long way off



図 1.1: Danupon Nanongkai の講演.

the guarantee provided by the best approximation algorithms. In this talk we will discuss two recent hardness proofs which slightly improve the inapproximability bounds for both TSP and ATSP, after more than a decade. Though the gap between upper and lower bounds remains huge, our approach will emphasize simplicity and modularity, leaving some reasonable hope that further improvements are still possible. The main ingredients used will be Constraint Satisfaction Problems where each variable appears a bounded number of times, some special classes of expander-like graphs called amplifiers, and a healthy dose of gadgeteering.

Sevag Gharibian: Quantum constraint satisfaction and approximation

Over the last decade, the quantum computing and information community has devoted much effort to the study of Quantum Constraint Satisfaction Problems (Quantum CSPs). There are two reasons for this: First, Quantum CSPs naturally generalize well-studied classical problems such as 3SAT. Second, and potentially more importantly, Quantum CSPs are extremely well-motivated, in that they encode the behavior of the quantum world around us. In this talk, we define what a Quantum CSP is, and discuss recent results regarding the potential for classical approximation algorithms for such problems. In particular, we show the first known hardness of approximation results for a quantum complexity class.

Kiyohito Nagano: Information-theoretic lower bounds on the approximability of submodular optimization problems

In this talk, we will explain some techniques that allow us to give information-theoretic lower bounds on the approximability of NP-hard submodular optimization problems.

各講演に対して質疑応答も行われ、活発な議論が交わされた。

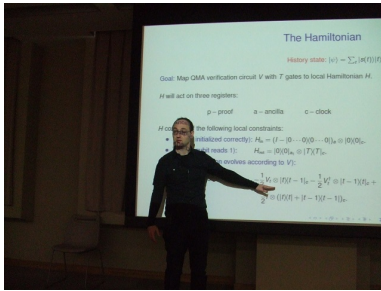


図 1.2: Sevag Gharibian の講演。

JFLI Workshop on Quantum Information

世話役: 根本香絵 (国立情報学研究所)

1 概要

本セミナーは平成 25 年度に開催された量子情報と量子計算に関する C02 班 (量子力学からの計算限界解明へのアプローチ) と日仏情報学連携研究拠点 (Japanese-French Laboratory for Informatics; JFLI) のメンバーを中心とするセミナーであり, 3 月 4 日 - 5 日に国立情報学研究所 (NII) で開催された. 参加者は以下の通り.

根本 香絵 (国立情報学研究所)
村尾 美緒 (東京大)
フランソワ ルガル (東京大)
佐藤 貴彦 (東京大)
Fabian Furrer (東京大)
Rodney Van Meter (慶応大)
Ashley Stephens (国立情報学研究所)
Burkhard Scharfenberger (国立情報学研究所)
Isabelle Zaquine (Telecom ParisTech)
Damian Markham (Telecom ParisTech)
Iordanis Kerenidis (LIAFA Paris)
Marc Kaplan (Telecom ParisTech)

最初の 3 名が C02 班のメンバーである.

全体を通して, 情報やアイデアの提供及び活発に議論が行われ, 参加者の研究推進に大きな力となることが期待できる.

2 プログラム

2014 年 3 月 4 日

- 10:00 - 10:45
Mio Murao. *Causal order manipulations in quantum computation.*
- 10:45 - 11:30

Francois Le Gall. *Privacy in quantum communication complexity.*

- 13:30 - 14:15
Isabelle Zaquine. *Multi-user entanglement distribution at telecom wavelength.*
- 15:30 - 16:15
Rodney Van Meter. *Valley fold timing is optimal for quantum repeater chains.*
- 16:15 - 17:00
Takahiko Sato. *Quantum network coding for quantum repeaters.*

2014 年 3 月 5 日

- 10:00 - 10:45
Damian Markham. *Entanglement, flow and classical simulateability in MBQC.*
- 10:45 - 11:30
Ashley Stephens. *Efficient fault-tolerant decoding of topological color codes.*
- 13:30 - 14:00
Fabian Furrer. *Entropic measurement uncertainty relations.*
- 14:00 - 14:30
Burkhard Scharfenberger. *Optimal control of negatively-charged nitrogen vacancy centers in diamond.*
- 15:30 - 16:15
Iordanis Kerenidis. *Quantum communication complexity.*
- 16:15 - 17:00
Marc Kaplan. *The dimension of physical systems.*

COMP-ELC 学生シンポジウム

河村彰星（A01 班、COMP-ELC 学生シンポジウム実行委員会メンバー）

計算理論分野で優れた研究を行うためには、テーマ間にわたる幅広い視野を持つことが非常に重要である。世界ではそのような広い視野を持った研究者が学会のリーダーとして研究を動かしている。したがって、異なるテーマで研究を行う学生同士の情報交換を行う事がハイレベルな研究者の早期育成に非常に大きな効果をもたらす。

そのような場を提供するため、電子情報通信学会の総合大会における同学会コンピュテーション研究会（COMP、今井桂子委員長）の企画セッションに協力させて頂き、学生のための講演からなる標記シンポジウムを、本領域との共催で開催した。

日程 平成 26 年 3 月 19 日（水）

会場 新潟大学総合教育研究棟 B 棟 2 階 258

募集分野 理論計算機科学の全分野

応募資格 発表者は学生であること。著者には学生以外が入っていてもよい。著者の順序は問わない。

原稿枚数 2 ページ以内

発表時間 発表 20 分、質疑 5 分

このようにトップレベルの研究への励みとしてもらう趣旨から、一般講演に加え、過去数年以内に学位を取得し、後進の模範となる著しい活躍をしている若手研究者による招待講演 2 件を設けた。また招待講演を除く発表の中から、論文および発表の両方を考慮して、参加者の投票により優れた論文・発表を一件選ぶ「COMP-ELC 学生シンポジウム最優秀論文賞」を設けた。

参加者は 30 名ほどで、各講演は賞の効果もあってか、研究内容もさることながら、発表の方法にも周到な工夫を凝らしたものが多く、熱気に満ちたシンポジウムとなった。最優秀論文賞としては、

講演番号 2「最適合成順問題」を発表した河瀬康志氏（東京大、博士三年）が表彰された。

詳細については、コンピュテーション研究会ウェブページ内の当シンポジウムの説明

www.ieice.org/~comp/student-sympo/2014.htmlを参照されたい。

時間割と演題

（○印が登壇発表者）

9:05～11:30

1 隣接リストモデルにおける森の同型性検査

○楠本 充（京大）・吉田悠一（NII）

2 最適合成順問題

○河瀬康志（東大）・牧野和久（京大）・勢見賢人（トア再保険）

3 制約充足問題に対する線形固定可能割当ての解析

○木村 慧（東大）・牧野和久（京大）

4 線形相補性問題の完全双対整数性

○澄田範奈・垣村尚徳（東大）・牧野和久（京大）

5（招待講演） 最大充足可能性問題の疎な例題に対する厳密アルゴリズム

○脊戸和寿（成蹊大）・酒井隆行・玉置 卓（京大）

13:00～15:50

6 高速混交するマルコフ連鎖の脱乱択化

○白髪丈晴・山内由紀子・来嶋秀治・山下雅史（九大）

7 重み付き頻出アイテム検知問題に対する省スペースな乱択近似アルゴリズムの提案
○園田尚人・山内由紀子・来嶋秀治・山下雅史（九大）

8 向き付きラーマングラフのランダムサンプリング
○Taufiqurrachman・山内由紀子・来嶋秀治・山下雅史（九大）

9 GPU 向け比較ソートアルゴリズムの実装と評価
○小池 敦（総研大）・定兼邦彦（NII）

10 グラフの各頂点を高々2回まで通る経路の数え上げ
○ムハマド ホリルロハマン・湊 真一（北大）

11（招待講演） 通信路符号化定理と Polar 符号
○森 立平（東工大）

16:00～

投票・表彰

招待講演要旨

最大充足可能性問題の疎な例題に対する 厳密アルゴリズム

○脊戸和寿（成蹊大）・酒井隆行・玉置卓（京大）

本研究では、最大充足可能性問題の疎な例題に対する多項式領域指数時間アルゴリズムを与える。我々のアルゴリズムは、Kulikov と Kutzkov のアルゴリズムの計算時間を改良している。アルゴリズムは Schuler の width reduction と Santhanam の Greedy Restriction アルゴリズムを組み合わせで設計している。この設計手法は最大充足可能性問題だけではなく、他の最大制約充足可能性問題に対しても同様の計算時間で動作するアルゴリズムの設計を可能としている。

通信路符号化定理と Polar 符号

○森立平（東工大）

Polar 符号は 2008 年に Arıkan によって考案され低計算量の符号化法、復号法で広いクラスの通信路の通信路容量を達成することが証明された初めての符号である。情報理論の分野では理論的にも応用的にも注目され活発に研究がされている。その単純な構成と新しい理論は計算機科学の分野でも有用だと考えられる。本稿では通信路符号化定理と polar 符号の概要について紹介する。

ELC Mini-Workshop (B01,C03)

世話役: 加藤直樹 (京都大学), 瀧本英二 (九州大学)

1 開催情報

日時 2013 年 5 月 25 日 (土), 26 日 (日)

場所 東北大学大学院情報科学研究科棟 2 階
大講義室

参加者 12 名

プログラム

[5 月 25 日 (土)]

10:30-12:00 来嶋秀治

Randomness in Algorithm Design

13:15-13:45 瀧本英二

B01-C03 連携について

13:45-15:15 畑埜晃平

オンライン最適化の未解決問題

15:30-17:15 内沢 啓

パターン数数え上げ

17:15-17:30 篠原歩

違反数最小化

[5 月 26 日 (日)]

10:00-11:30 正代隆義

辺縮約グラフのグラフマイニング

11:30-12:15 吉仲亮

One-Simple External Contextual Language の同定について

13:00-13:10 加藤直樹

会議案内

13:10-13:50 瀧本英二

minimax consistency problem

13:50-14:30 篠原歩

連の個数の下界, 指数和の下界



図 1.1: 会議の風景 I

2 概要

最適化技法との融合による計算限界解析法の深化を図る B01 班と学習理論から計算限界解明へアプローチする C03 班が連携を図るため, 第一回の両班合同ワークショップを開催した. なお, 11 月には第二回の合同ワークショップが開催されている.

土曜日の午前は, すでに C03 班との連携研究を行っている B01 班の来嶋氏が, 両班の接点のひとつとして乱択計算に関する講演を行った. 講演では, アルゴリズムの設計技法について述べられるとともに, 乱択化と脱乱択化による計算限界の展望について述べられた. 午後からは, まず瀧本氏によって, 3 月 15 日に開催された総括班会議の報告と, 6 月の領域会議に向けた準備, および, 両班の連携についての今後の指針についての説明がなされた. 畑埜氏からは, オンライン最適化の未解決問題に関する話題提供が行われた. オンライン最適化の未解決問題の 1 つに効率的なオフライン-オンライン変換が挙げられる. オフライン-オンライン変換とはオフライン近似アルゴ

リズムをオラクルとして用いるオンライン予測手法を指す。発表ではまず既存の手法の基礎となる Frank-Wolfe 法について述べ、その問題点について議論した。C03 班の内澤氏は、論理回路を入力とし、回路に現れるパターン数を出力する問題の計算複雑さについて現在知られている結果の概説を行った。特に、入力となる回路が単一種 2 入力の場合に、回路を構成する素子の種類によって多項式時間計算可能となるか、あるいは $\#P$ 完全となることを示した内沢らの結果と、それを拡張した B01 班の神山の結果について述べた。

日曜日には吉仲氏から One-Simple External Contextual Language と呼ばれる形式言語を一意に同定するために必要な正例の有限集合の記述量に関する未解決問題が紹介された。現在 3 つの文字列があれば言語が同定されることがわかっているが、この 3 つのうち 1 つは極めて長い文字列であることが必要なため、ある学習モデルにおいて多項式時間学習できない。この文字列長を短くできれば、当該言語族が多項式時間で学習できることが証明できる。瀧本氏からは、完全情報ゲームに対し、先読みを考慮した評価関数の学習問題という話題提供があった。この問題は、先読みを陽に行わずに、先読みを行った場合と同等の評価値を与えるような評価関数を求める問題である。講演では、深さ 2 のゲーム木上で定義される単純な設定のもとでさえ、この問題が NP 困難であることが示された。

会議を通じて、B01 班と C03 班の両班の研究交流が行われた。特に、B01 班の最適化技法と C03 班の学習理論の連携が見込まれる興味深い研究テーマもあり、今後の発展が期待できる。



図 1.2: 会議の風景 II

ELC Mini-Workshop (C01)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

1 会議概要

日時: 2013 年 8 月 2 日, 3 日

場所: Center for ELC

招聘研究者 Erik Aurell (KTH, Sweden), PinYan Lu (Microsoft, ShangHai) を中心に参加人数約 10 名

2 内容

ELC 国際会議 ICSG 2013 のために来日した Erik Aurell 教授 (KTH, Sweden), PinYan Lu 博士 (Microsoft, ShanHai) を招いて, 統計力学と計算論の接点となる話題について集中討議を行うミニワークショップを開催した。

8 月 2 日に, セミナーを CLEC で開催し, 両氏ならびに森 (ELC PD), 永田 (C01 班公募研究代表者) の 4 名が講演した。8 月 3 日には, Aurell 教授は樺島 (C01 班連携研究者) とレプリカ法に関して, Lu 博士は森ならびに泉 (A03 班公募研究代表者) とホログラフィック・アルゴリズムとその解析手法について議論した。

付録: セミナーでの発表概要

Title: The inverse Ising problem and its generalizations have emerged as a common point of interest

Speaker: Erik Aurell (KTH, Stockholm)

Abstract: Learning spatial amino acid contacts from many homologous protein sequences of statistical physics and machine learning. A major success has been achieved in determining physical proximity of amino acid residues in families of homologous proteins by learning an appropriate Potts model where each variable can take 21 states representing the 20 amino acids and

a gap in an alignment (Lapedes et al 2001 (unpub), Weigt et al 2009, Marcos et al 2011, Hopf et al 2012 and many follow-up papers).

Improving such contact predictions can be achieved by (at least) (i) starting from better and/or more appropriate protein families and sequence alignments (ii) learning the Potts model more accurately and (iii) learning other models which allow for better prediction of the protein structures. I will review these points with an emphasis on (ii) and (iii) and discuss why it appears to make sense to learn such relatively simple models as Potts models to describe in principle a quite complicated trace left in the molecular record by evolution.

Our work in this direction is presented in Ekeberg et al Phys. Rev. E 87, 012707 (2013) and our codes are available at plmdca.csc.kth.se.

Title: Approximate Counting via Correlation Decay

Speaker: Pinyang Lu (Microsoft, Shanghai)

Abstract: In this talk, I will survey some recent development of approximate counting algorithms based on correlation decay technique. Unlike the previous major approximate counting approach based on sampling such as Markov Chain Monte Carlo (MCMC), correlation decay based approach can give deterministic fully polynomial-time approximation scheme (FPTAS) for a number of counting problems.

ELC Mini-Workshop (B03)

世話役: 堀山 貴史 (埼玉大学)

2013年8月16日(金), 17日(土) 両日に、B03班を中心にして、新学術領域研究「多面的アプローチの統合による計算限界の解明」のワークショップを、奈良県奈良市で開催した。

参加者は、徳山 豪 (東北大)、宇野 毅明 (NII)、渋谷 哲朗 (東大)、堀山 貴史 (埼玉大)、定兼 邦彦 (NII)、山中 克久 (岩手大学) 渡辺 治 (東京工業大学) の計7名であった。

初日(16日)には、データ構造化技術について、話題提供としての講演と、B03班が取り組むべき課題について討論を行った。講演タイトルは以下の通りである。

- 徳山 豪: “B03班の目指すもの”
- 堀山 貴史: “二分決定グラフ (BDD, ZDD) の基礎”
- 宇野 毅明: “Boolean lattice 上の Monotone function の極大元の列挙”
- 定兼 邦彦: “Dense ZDD”
- 宇野 毅明: “データマイニング+ α ”

徳山の講演では、データ構造化技術としてデータ構造、列挙、圧縮の3つのテーマを挙げ、これらに対して計算複雑度まで考えて理論的な精度保証を与えたいとの問題提起があった。また、ELCプロジェクトメンバーをはじめとする国内外の研究者らによる、P vs NP 問題やその関連の計算量理論の問題への取り組みで洗練されてきた計算限界解析法をツールとして使うため、その詳細について検討を行った。

堀山の講演では、二分決定グラフ (BDD: Binary Decision Diagram) やその亜種である ZDD (Zero-suppressed BDD) について説明し、列挙結果を圧縮して保存できるだけでなく、圧縮したまま演算できること、さらに、Knuth の s - t パス列

挙に触発された BDD/ZDD を直接構築する高速な列挙手法を挙げた。

宇野の講演では、ZDD による列挙において、同じ列挙結果を格納する場合でも、変数順序に依存して BDD/ZDD のサイズが大きく異なり得ることを受けて、計算量の解析が検討課題として挙げられた。たとえば、極大元が M 個で ZDD のサイズを Z とした時に、 M と Z の関係は? 変数順序を変えて ZDD の最小サイズが Z^* とした時に、 M と Z^* のオーダーが一致するか? といった課題である。

定兼の講演では、ZDD をデータ構造と見て、効率良く検索するための改良型 ZDD として Dense ZDD が提案された。ZDD に比べて Dense ZDD では、サイズは小さく、かつ membership クエリが高速にできる。また、動的な頂点の追加などの検討課題が挙げられた。

宇野の講演では、データマイニングより一歩踏み込んで、マイニングしやすいようにデータを研磨するアイデアが示された。たとえば、グラフからのマイニングにおいて、不完全性を許容するために、一定の条件下で辺の追加ができないかなどの検討課題が挙げられた。

2日目(17日)には、前日に引き続き、データ構造化技術について、話題提供としての講演と、取り組むべき課題について討論を行った。講演タイトルは以下の通りである。



- 山中 克久: “モザイクフロアプランの最適な2進符号”
- 渋谷 哲朗: “タンパク質3次元構造のDB検索”
- 堀山 貴史: “ZDDによる s - t パス列挙アルゴリズムの詳細について”
- 宇野 毅明: “グラフ上での極大クリークについて”

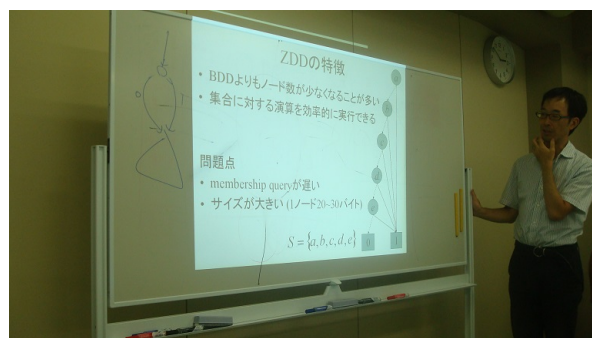
山中の講演では、 f 面をもつモザイクフロアプランを効率よく保持するために、 $3f$ ビットで表現する2進符号が提案された。また、漸近的な解析で、最適なビットサイズになっていることが示された。

渋谷の講演では、タンパク質の分子挙動を解析するために、分子動力学シミュレーションの途中結果である MD Trajectory Data について説明された。また、MD Trajectory Data の類似モーションの検索について、その難しさの背景の説明とアルゴリズムの提案がされた。

堀山の講演では、昨日の講演で話題に挙がった ZDD による s - t パスの列挙アルゴリズムの詳細について、説明があった。また、対象となるグラフと計算量の関係について検討した。

宇野の講演では、昨日の講演から発展させ、グラフの極大クリークの個数が抑えられることが示された。具体的には、頂点数 n に対して、上界が $O(n^k)$ で下界が $O(3^{n/3})$ との解析がなされた。

宿泊合宿形式のワークショップならではの活発な質疑と交流が行われた。



ELC Mini-Workshop (B01)

世話役: 加藤直樹 (京都大学)

1 開催情報

日時 2013 年 9 月 8 日 (日)

場所 京都大学桂キャンパス C2 棟 213 号室

参加者数 計 7 名

2 概要

6 月の嵐山ワークショップを受け、(主に)B01 班のメンバーが集まって、extension complexity に関する議論を行った。まず、ワークショップで習得した技法のポイントを確認・復習した後、 (k, l) -疎性マトロイド多面体に対する extension complexity の解決に取り組んだ。本ワークショップの成果については、現在投稿準備中の以下の論文にまとめられてある。

S. Iwata, N. Kamiyama, N. Katoh, S. Kijima, Y. Okamoto, Extended formulations for sparsity matroids, 投稿準備中。

線形計画法¹は、問題を線形目的関数、線形制約式で記述し、解くという最適化技法である。その汎用性から、P vs. NP 理論の草創期より、線形計画問題の多項式計算可能性は大きな未解決問題であり、1979 年の Khachiyan による楕円体法で肯定的な決着を見る。線形計画法は最近でも、NP 困難問題の近似解法として、randomized rounding や iterative rounding などの技法を伴い活躍する。

一方で、NP 困難な問題を線形計画問題として記述し、多項式時間で厳密に解くことはできないのか？というのは自然な問いであろう。1991 年に Yannakakis は対称性をもつ制約を用いる限りにおいては、巡回セールスマン問題 (Travelling salesman problem: TSP) の定式化に指数サイズの制

約式が必要であることを示した。近年、Fiorini, Massar, Pokutta, Tiwary, de Wolf (STOC 2012) は Yannakakis の結果を非対称な定式化にも発展させ、TSP に対する任意の定式化 (TSP 多面体) は指数サイズの制約式を必要とすることを示している。このことは、NP 困難な問題は多項式サイズの線形計画問題として記述不可能という計算下界を与えるとともに、ハミルトン閉路の解構造の複雑さも示唆する。興味深いことに、最大マッチングには多項式時間アルゴリズムが存在するにも関わらず、Rothvoss (arXiv 2013) はマッチング多面体の指数下界を示し、マッチングの解構造の複雑さを示唆している。一方で、全域木を記述する多面体は素朴に定式化すると指数サイズとなるが、 $O(n^3)$ の拡張定式化を持つことが知られている。本ワークショップでは全域木多面体の一般化である (k, l) -疎性マトロイド多面体に対する拡張定式化の解明に取り組み、多項式サイズの定式化の存在を示した。



図 1.1: 討論の様子

¹ Mathematical Programming Society は、非専門家へのわかりやすさを理由に Mathematical Optimization Society と 2010 年に名称を変更した。

多項式サイズの線計画法問題は多項式時間で解くことができることが知られている。つまりどのような問題も多項式サイズの線形計画問題として定式化することができれば、多項式時間で解くことができる。この事実を計算限界の観点から眺めてみると、ある問題が多項式サイズの線形計画問題として定式化することができないということが証明することができれば、その問題に対する線形計画法を用いた枠組みにおけるある種の計算限界を示すことができる。このような線形計画法に基づくアルゴリズム設計の限界解明を目的とし始まった拡張定式化サイズの下界の研究は、Fiorini, Massar, Pokutta, Tiwary, de Wolf (STOC 2012) の巡回セールスマン多面体に対する指数下界や、Rothvoss (arXiv 2013) のマッチング多面体に対する指数下界に代表されるように、近年急激な進展を見せている。本研究では、効率よく解くことのできる最適化問題と計算限界解析との接点として重要な役割を果たすであろうマッチング多面体の拡張定式化に注目する。Rothvoss (Math. Program. 2012) によって拡張定式化が指数サイズとなるマトロイド多面体が存在することが知られているが、具体的にそのような例は挙げられていない。そこで本研究では、拡張定式化が指数サイズである具体的なマトロイド多面体を明らかにするという問題意識のもと、課題解決の第一歩として疎性マトロイド多面体の拡張定式化のサイズを明らかにした。具体的な結果としては、疎性マトロイド多面体は多項式サイズの拡張定式化を持つことが示され、上記の問題に対する解とはなり得ないことが判明した。本研究の結果は、上記の計算限界解析研究の視点から有益性のみならず、実際に疎性マトロイドに関する最適化問題を線形計画問題に定式化して解く際に、多項式サイズの定式化が可能であることを示唆するものであり、このような意味で最適化理論の視点からも非常に有益であると思われる。

ELC・岡田新学術領域合同シンポジウム

世話役: 瀧本 英二 (九州大学), 畑埜 晃平 (九州大学)

1 会議概要

日時: 2013 年 9 月 20 日 (金)

場所: 九州大学 伊都キャンパス

参加人数: 30 名

プログラム

10:30 - 11:30 岡田真人 (東京大学)

「新学術領域 疎性モデリングの目的・狙い / 公募研究募集についての説明」

11:30 - 12:00 瀧本英二 (九州大学)

「新学術領域 ELC の概要 + C03 班の研究概要」

12:00 - 13:30 昼食

13:30 - 14:00 末廣大貴 (九州大学)

「1 ノルムソフトマージン最適化に基づくランキング学習」

14:00 - 14:30 内澤啓 (山形大学)

「Computational Power of Threshold Circuits with Sparse Activity」

14:30 - 15:00 篠原歩 (東北大学)

「決定性有限オートマトンの最小無矛盾問題について」

15:00 - 15:15 休憩

15:15 - 15:45 高橋成雄 (東京大学)

「微分トポロジーに基づく多次元・多変量データ解析と可視化」

15:45 - 16:15 永田賢二 (東京大学)

「スペクトル分解によるデータ駆動科学」

16:15 - 16:45 渡辺澄夫 (東京工業大学)

「非正則な統計モデルのベイズ法における評価方法について」

2 会議の内容

関連する 2 つの新学術領域 ELC, スパースモデリングの協調をはかるため, 合同シンポジウ



図 1.1: 岡田教授による概要説明。

ムを行った。ELC からは研究分野に関連が深い C03 班 (学習理論) のメンバーが参加した。

会議の前半はスパースモデリング・ELC C03 班両リーダーによるそれぞれの研究領域の概要説明があった。その後、スパースモデリングの公募説明会を行った。会議の後半には、それぞれの領域から個々のトピックに関して講演を行った。瀧本研究室の末廣氏から 1 ノルムソフトマージン最適化に関する発表を行った。このテーマはスパースモデリングとも関連が深い。C03 班の内澤による講演では、脳の情報処理に根ざした回路計算の下界について発表した。スパースモデリングの岡田教授は脳研究の専門家でもあり、活発な議論が行われた。C03 班の篠原は有限オートマトンの最小化の計算複雑さについて発表し、また研究に基づいたゲームのデモを紹介した。一方、スパースモデリングからは、まず高橋教授によるトポロジーに基づいたデータの可視化の講演があった。次に ELC の公募班メンバーでもある永田氏がスペクトル分解を用いた実データ解析をその応用例も含めて紹介した。最後に渡辺教授による非正則も含めた確率モデルに対するモデル選択基準 WAIC, WBIC について研究をご紹介いただいた。

ELC Mini-Workshop (C01)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

1 会議概要

日時: 2013 年 11 月 7 日 (木) 14:00 – 17:00

場所: Center for ELC

参加人数: 21 名

プログラム

14:00–15:00 Haiping Huang (学振特別研究員, 東工大)

Entropy landscape analysis of the binary perceptron problem

15:15–16:15 Mikko Vehkaperä (Aalto University, Finland and KTH, Sweden)

Compressed sensing with correlated measurement matrices

16:30–17:30 Mikko Vehkaperä (Aalto University, Finland and KTH, Sweden)

Optimization techniques for metagenomics

2 内容

C01 班の招聘研究者として来日した Mikko Vehkaperä 氏を招いて Mini Workshop を行った。

最初の講演者の Huang 氏は, C01 班の研究協力者である樺島祥介教授 (東工大) に学振特別研究員として滞在している研究者である。Huang 氏はニューラルネットワークの解空間の構造に関する樺島氏との共同研究の成果を発表した。ニューラルネットワークの構造に関しては統計力学的な解析が盛んに行われてきたが, 計算の困難さを特徴付けるような解析は少なかった。今回の結果は, 局所探索ヒューリスティクスの計算効率がパラメータとともにどのように変化するかを示唆する結果である。

二番目と三番目は Vehkaperä 氏が講演を行った。最初は, compressed sensing の convex relaxation based algorithm の性能に関する基礎的な

研究成果の報告だった。compressed sensing の基本についての丁寧な解説があり, この分野に不慣れな人たちにも非常にためになる講演だった。二つめは, 氏が生命化学の研究者と共同で行っている optimization algorithm を metagenomics へ応用する話だった。

付録: 発表概要

Title: Entropy landscape analysis of the binary perceptron problem

Speaker: Haiping Huang

Abstract: In artificial intelligence, a binary perceptron is a device classifying patterns with many inputs by assigning individual weights to each input, and the weights take binary values. Often, these weights have to be inferred from a set of examples. However, it is difficult to find a low-complexity algorithm to identify these weights. Statistical physicists started to study this problem 25 years ago by analyzing the solution space of binary weights. However, the relation between the solution space structure and the algorithmic hardness has not yet been fully understood. Our work demonstrates two interesting effects in the solution space through the entropy landscape analysis:

- (1) clustering refers to the fragmentation of the solution space into well-separated clusters;
- (2) freezing refers to the appearance of isolated solutions instead of clusters of exponentially many close-by solutions.

Our results explain the observed glassy behavior of stochastic local search heuristics and are also expected to shed light on other hard problems in information processing (e.g., channel coding systems).

Title: Compressed sensing with correlated measurement matrices

Speaker: Mikko Vehkaperä

Abstract: In the first part of the talk, we review some analytical results that characterize the performance of convex relaxation based recovery algorithms used in compressed sensing. In particular we are interested in the case where the measurement matrix is of some other type than the standard Gaussian ensemble. Using replica method, we show that under certain conditions there are matrix ensembles that offer improved performance of convex relaxation based recovery when compared to the standard Gaussian ensemble.



Title: Optimizaiton techniques for metagenomics

Speaker: Mikko Vehkaperä

Abstract: This talk consists of examining a practical problem of estimating bacterial community composition from a high-throughput sequenced sample. Current estimation methods that provide accurate results are typically computationally complex and require the use of computing cluster. Using a method inspired by sparsity enforcing techniques from compressed sensing, we propose a fast solution to the aforementioned metagenomics problem. The model solution is obtained both by using convex optimization tools and through a greedy iterative algorithm and shown to provide good accuracy-complexity tradeoff for the current problem.



ELC Mini-Workshop (B01,C03)

世話役: 加藤直樹 (京都大学), 瀧本英二 (九州大学)

1 開催情報

日時 2013 年 11 月 30 日 (土), 12 月 1 日 (日)

場所

東北大学情報科学研究科棟 2 階 大講義室 (11/30)
パームシティ 131 ビル 5 階 (12/1)

参加者 13 名

プログラム

[11 月 30 日 (土)]

16:45–17:45 正代隆義

グラフパターン言語の正例からの帰納推論と最適化問題

[12 月 1 日 (日)]

9:30–10:30 来嶋秀治

置換多面体上の乱択丸め

10:45–11:45 畑埜晃平

オフライン–オンライン変換について

11:45–12:30 内澤啓

整数計画問題と Circuit-SAT

13:30–14:30 神山直之

On the complexity of trial and error (STOC13)
の紹介と問題発掘

14:30–15:30 篠原歩

連の下界とオートマトンの学習問題

2 概要

最適化技法との融合による計算限界解析法の深化を図る B01 班と学習理論から計算限界解明へアプローチする C03 班が連携を図るため、第二回の両班合同ワークショップを開催した。なお、5 月には第一回の合同ワークショップが開催されている。

土曜日は領域会議後の開始で、正代氏によるグラフパターン言語の学習と最適化問題との関連についての講演が行われた。

日曜日は、まず来嶋氏が置換多面体の乱択丸めのアルゴリズムに関する講演を行った。次に、C03 班の畑埜氏は、オフライン–オンライン変換における未解決問題についての講演を行った。発表では、効率的なオフライン–オンライン変換手法を構築する問題が、高次元の多面体をその端点と接平面の情報を用いて錐に近似する問題に帰着できる事を示した。これに対し、B01 班の岡本氏は John 楕円体との関連を指摘している。内澤氏は Impagliazzo, Paturi, Schneider 2013 による “A Satisfiability Algorithm for Sparse Depth Two Threshold Circuits” の解説を行った。特に、主結果を導く主要な道具となっている、ある条件下の整数計画問題に対する指数時間アルゴリズムの概要について説明した。神山氏は STOC2013 に Chen 等によって提案されたモデルである Trial and Error の紹介および今後の発展可能性に関して議論した。篠原氏は連の下界とオートマトンの学習問題に関する最近の進展について講演した。



図 1.1: 会議の風景

ELC Mini-Workshop on Sublinear-Time Algorithms (A02)

世話役: 伊藤大雄 (電気通信大学)

1 会議概要

日時: 2013 年 12 月 6 日 (金)

場所: 国立情報学研究所 22 階 2208 会議室

参加人数: 20 名

プログラム

- 10:55-11:00: Opening: Hiro Ito (University of Electro-Communications)
- 11:00-11:30: Francois Le Gall (University of Tokyo): “Sublinear Quantum Algorithms for Graph-theoretic Properties”
- 13:00-14:00: Invited: Comandur Seshadhri (Princeton University): “Monotonicity and Lipschitz testing on hypergrids: alternating paths to the rescue”
- 14:00-14:30: Mitsuru Kusumoto (Kyoto University & ERATO): “Testing Forest-Isomorphism in the Adjacency List Model”
- 14:50-15:20: Skip Jordan (Hokkaido University & ERATO): “Property Testing, Logic and Complexity ”
- 15:20-15:50: Takahiro Ueda (Kyoto University): “Sublinear-Time Cake-Cutting Algorithms”
- 16:10-16:40: Yuichi Yoshida (NII & Preferred Infrastructure): “A Characterization of Locally Testable Affine-Invariant Properties via Decomposition Theorems”
- 16:40-17:10: Hiro Ito (University of Electro-Communications): “A Paradigm Shift Toward The Big-Data Era”

2 会議の目的

A02 班の重要テーマである劣線形時間アルゴリズムに関して、メンバーの研究進展と研究動向調査の報告を行う。また、本分野のトップ研究者である Comandur Seshadhri (Princeton University) と Eric Blais (Carnegie Mellon University) の招待講演も行う。そして研究ディスカッションと情報交換をし、交流を深め、研究のさらなる進展を図る。なお、Eric Blais 氏は急病により来日を取りやめになった。

3 講演内容

3.1 Francois Le Gall

題目 Sublinear Quantum Algorithms for Graph-theoretic Properties (グラフ理論的性質の劣線形量子アルゴリズム)

概要 量子アルゴリズムの世界では劣線形時間アルゴリズムは普通に存在する。典型的なのは、1996 年に Grover によって発見された有名な量子検索アルゴリズムで、それは指定の要素を $O(n^{1/2})$ 時間で見つける事ができる (古典的アルゴリズムでは線形時間必要)。近年、多くの技術が開発され、グラフ理論的性質、例えばグラフが三角形を含んでいるか否か等、の検査の量子アルゴリズムが作成されている。本講演では、これらの近年の発展を概観し、ハイパーグラフ上の性質検査アルゴリズムについて紹介した。

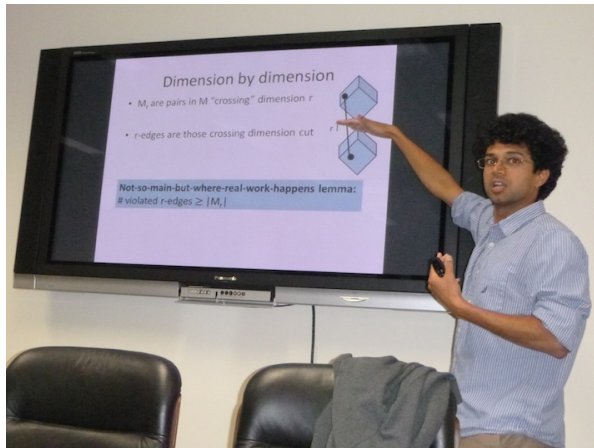


図 1.1: Comandur Seshadhri

3.2 Comandur Seshadhri

題目 Monotonicity and Lipschitz testing on hypergrids: alternating paths to the rescue (超格子上の単調性とリップシッツ性の検査：救出への交代路)

概要 単調性の検査は性質検査の古典的問題である。定義域 $[n]^d$ 上に自然な大小関係に基づく半順序が定義されているとする。関数 $f : [n]^d \rightarrow R$ は任意の $x < y$ に対して常に $f(x) \leq f(y)$ となっているときに単調であるという。関数 f が単調より ϵ 遠隔であるとは、それを単調にするためには少なくとも ϵn^d 個の値を修正する必要があることを言う。単調性の検査とは、(f に対する劣線形回の質問によって) f が単調であるか、単調から ϵ 遠隔であるかを判別することである。我々は、 $O(\epsilon^{-1} d \log n)$ 回の質問計算量の検査アルゴリズムの存在を示した。これは知られているどの下界値にも一致し、すなわち、超格子上の単調性検査問題を完全に解決した。(本結果以前は、ブールの超立方体 $\{0,1\}^d$ 上に限ってすら未解決であった。)

このアルゴリズムの中心となる技術は、離れた単調性の乱れを局所的な乱れに関連づける交代路の枠組みである。この枠組みを使う事で、最適アルゴリズムを得る事ができる。この枠組みは、データの秘密性に関係する性質であるリップシッツ性検査に対し

ても最適アルゴリズムを与える。実際、この交代路の枠組みはさらに大きなクラスである、超格子上の「誘導限界性 (derivative-bounded properties)」の性質検査アルゴリズムも与える。

本研究は Deeparnab Chakrabarty との共同研究である。

3.3 楠本充

題目 Testing Forest-Isomorphism in the Adjacency List Model (隣接行列モデルにおける森の同型性検査)

概要 与えられた二つの森が同型であるか、それから遠いかを検査する問題を考える。アルゴリズムが ϵ 検査機であるとは、隣接行列リストで与えられた二つの森 G と H がもし同型なら高い確率で受理し、同型にするために少なくとも ϵn 本の辺を修正しなければならないならば高い確率で拒否することを言う。我々は、 $O(\text{poly log } n)$ 時間の ϵ 検査機を示す。この計算時間は下界値 $\Omega(\sqrt{\frac{\log n}{\log \log n}})$ にほぼ一致する。このアルゴリズムを使う事で、入力グラフが森である場合の任意の性質の検査が $O(\text{poly log } n)$ 時間でできる。

3.4 Skip Jordan

題目 Property Testing, Logic and Complexity (性質検査と論理と計算量)

概要 与えられた計算困難な問題に対し、近似で上手く解こうとするのは自然な考えである。性質検査においては、入力の劣線形あるいは定数でやろうと考える。本講演では、性質検査と論理の組合せに関する未解決問題をいくつか提示する。そのうちのほとんどは計算複雑性、特に記述計算量の理論から生じたものである。

3.5 上田孝弘

題目 Sublinear-Time Cake-Cutting Algorithms (劣線形時間ケーキ分割アルゴリズム)

概要 本研究では、ケーキ分割問題に対する劣線形時間アルゴリズムを与える。ケーキ分割問題とは、一つのケーキをいくつかのピースに分け、それらを、異なった価値観を持つプレイヤー達に分け与えて、各々のプレイヤーを「満足」させる問題である。この「満足」の定義として、本研究では単純公平を用いる、すなわち、どのプレイヤーも自分の価値観の下で全体の $1/n$ を得れば満足する。ただし n はプレイヤーの数である。ケーキ分割問題の質問計算量は決定性、ランダムどちらにおいても $\Omega(n \log n)$ であることが分かっている。ただし、たった一人に分け与えるだけでも $o(n)$ 時間のアルゴリズムは知られていない。我々はケーキ分割問題を劣線形時間で解くための枠組みを提案し、この枠組みの下でのアルゴリズムを与える。そして、最終的に en 人の犠牲を認めることで、 $r = o(n)$ 人のプレイヤーに対し $O(r/\epsilon)$ 時間でケーキを分割するアルゴリズムを与える。なお、この r 人は全員満足していなければならない。さらにこのアルゴリズムは、一般の $f(n)$ 犠牲に一般化できる。

3.6 吉田悠一

題目 A Characterization of Locally Testable Affine-Invariant Properties via Decomposition Theorems (局所的検査可能なアフィン不変な性質の分解定理を介した特徴付け)

概要 固定した素数 p に対する関数 $F_p \rightarrow \{0, 1\}$ 上の性質を P とする。アルゴリズムが P の検査機であるとは、入力関数 f が P を満たすときには高い確率で受理し、 f が P から「遠い」とときには高い確率で拒否することを言う。本論文において、我々は、アフィン不変な性質が定数クエリで検査できることの特徴付けを与える。その特徴付けとは、分割定理、すなわち大まかに言うと、任意の関数は定数個の多項式の関数である構造部分と、Gower ノルムの小さい偽ランダム部分に分けられるという定理で記述することができる。我々はまず入力関数の構造部分が特定の形をしているかどうかを検査するアルゴリズムを示す。そ



図 1.2: 会場の様子

して、アフィン不変な性質が定数クエリで検査できる必要十分条件は、その構造部分が定数個の候補のどれかに似ているか否かを検査する問題に帰着できることであることを証明する。

3.7 伊藤大雄

題目 A Paradigm Shift Toward The Big-Data Era (ビッグデータ時代に向けたパラダイム変換)

概要 今世紀はビッグデータの時代である。ビッグデータを検査するためには、伝統的な常識が通用しないことがある。我々は多項式時間アルゴリズムは「速い」と前世紀には考えていたが、ビッグデータに対しては、例えば $O(n^2)$ アルゴリズムは最速速いとは言えないなど、必ずしもそうとは言えない。このような場合には、劣線形時間、特に定数時間アルゴリズムが重要な役割を担うと思われる。そう、我々は新しいパラダイムを必要としている。本講演では、何がこの新パラダイムと成りうるのか、如何にしてそれが役に立つのかということを考える。

ELC Mini-Workshop (B01)

世話役: 加藤直樹 (京都大学), 岩田覚 (東京大学)

1 開催情報

日時 2014 年 3 月 15 日 (土)

場所 東京大学本郷キャンパス工学部 6 号館

参加者数 計 8 名

プログラム

10:00–10:30 B01 班の方向性について

10:30–12:30 マッチング多面体の拡張定式化について (神山直之)

13:30–15:00 近似不可能性へのグラフプロダクトの応用 (来嶋秀治)

15:00–16:30 議論

2 概要

拡張定式化および近似不可能性に関する勉強会を行い、最適化技法との融合による計算限界解析に関する今後の方針について議論した。

まず、神山氏が Thomas Rothvoss が 2013 年に発表した The matching polytope has exponential extension complexity について解説を行った。特に Rothvoss の論文において重要な役割を果たしている hyperplane separation lower bound の意味付けや, copositive programming を用いた下界との関係等に関する議論を行った。午後は、1 月に B01 班が主催した近似不可能性の国際ワークショップの Danupon Nanongkai 氏の講演を踏まえ、来嶋氏が近似不可能性へのグラフプロダクトの応用について解説を行った。特に、帰着の技法について、マトロイドの基多面体を中心とする拡張定式化の下界への応用について議論を行った。その後、B01 班が取り組んでいる疎性マトロイドの拡張定式化の研究の発展について議論を行った。



図 1.1: 討論の様子

ELC Seminar (Colin Cooper)

世話役: 来嶋秀治 (九州大学)

1 開催情報

日時 2013 年 4 月 11 日 (木) 10:00–11:30

場所 九州大学伊都キャンパス

講演者 Colin Cooper (Department of Informatics, King's College London)

題目 Coalescing Random Walks and Voting on Graphs

参加者数 計 26 名

概要 The standard model of voting on connected graphs is as follows: Initially each neighbour has a distinct opinion. The voting proceeds in rounds. In each round each vertex contacts a randomly chosen neighbour and adopts their opinion. We refer to this model as single-sample voting. In voting, the quantities of interest are the time for voting to complete, and the probability a particular opinion wins.

The talk focuses on the following topics:

Single sample voting. The relationship between single sample voting and coalescing random walks. These processes are dual and we can use random walks to analyze the performance of voting. Using this, we give an upper bound for the expected time for voting to complete on general connected graphs.

Other models of voting. In the standard voting model, each vertex checks the opinion of one neighbour at each step. We consider models of voting where more than one opinion is sampled at each step. The simplest such model is two-sample voting where each vertex randomly samples the opinions of two neighbours at each step.

For this model we discuss min-voting and two-party voting.

Min-voting. In min-voting, each vertex initially has a distinct numeric opinion between 1 and n (the graph size). At each step each vertex randomly samples the opinion of two neighbours, and adopts the minimum opinion. This process completes in $O(\log n)$ expected time on certain classes of expanders.

Two-party voting. In two-party voting, each vertex initially holds one of two opinions (e.g. 0 or 1). We are interested in the time taken for all vertices to have the same opinion, and the probability that a given opinion wins. We review the results for two-party voting in the standard (single-sample) model of voting. We discuss the performance of two-party voting when more than one opinion is sampled at each step. We give some results for the outcome of two-party voting on r regular expanders when we use two-sample voting. Compared to single-sample voting, the performance of this process is more consistent and obtained more rapidly.



図 1.1: 講演の様子

ELC Seminar (Sampath Kannan)

世話役: 瀧本英二 (九州大学)

1 会議概要

日時: 2012 年 4 月 22 日 (月)

場所: 九州大学 伊都キャンパス

参加人数: 16 名

題目: Generalized Sorting

概要: The well-known problem of sorting still has some interesting variations that have not been fully explored. In this talk we consider the problem when we are given a graph that specifies which pairs of elements we are allowed to compare. Under the promise that making all the comparisons will reveal a total order, we show that it is possible to design a randomized algorithm that makes about $n^{3/2}$ comparisons on any graph and determines the total order. This is joint work with Zhiyi Huang and Sanjeev Khanna.

2 概要

理論計算機科学分野で多方面の活躍をされているペンシルバニア大学の Sampath Kannan 教授を招き、セミナーを開催した。トピックはソーティングである。ソーティングはアルゴリズム論における基本的な問題であり、一般には $\Theta(n \log n)$ 回の要素の比較によって求まる事はよく知られている。一見研究しつくされたようにも見えるソーティング問題に対して、Kannan 教授らのグループは比較が許される要素のペアに関し制約が課されるという新たな問題設定を見出した、ただし過程として、その制約を満たす全順序を仮定している。その上で $O(n^{3/2})$ 回の比較でソーティングを行う手法を提案した。これは要素のペアの総数が $O(n^2)$ 個である事を考慮すると驚くべき結果である。

また、後日 C03 班の瀧本、畑埜らと議論を行った。Kannan 教授らの手法のポイントの 1 つは与えられた順序制約を満たす全順序のランダムサンプリングが効率的に出来るという事である。この特質は瀧本・畑埜らで研究している順列のオンライン予測にも有用である。例えば、この手法を応用する事により、最適な順列に匹敵するオンライン予測を準指数時間で実現できる可能性がある。

参考文献

- [1] Zhiyi Huang, Sampath Kannan, and Sanjeev Khanna. Algorithms for the Generalized Sorting Problem. *Proc. 52nd Conference on Foundation of Computer Science (FOCS'11)*, 738 - 747, 2011.

ELC Seminar (Sanjeev Arora)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

1 セミナー概要

日時: 2013 年 5 月 13 日 (月) 14:00 – 15:00

場所: Center for ELC

演者: Sanjeev Arora

(Princeton University)

題目: Is Machine Learning Tractable? — Three Vignettes

参加人数: 12 名

※東北大よりポリコム参加数名

2 内容

総括班の海外アドバイザー (研究協力者) である Sanjeev Arora 教授 (Princeton University) を総括班で招聘し, プロジェクト全体の進め方等のアドバイスを受けたが, その機会に, Arora 教授が最近取り組んでおられる研究についての解説を講演して頂いた (概要は下記付録参照)。

なお, 講演後は, 渡辺がプロジェクトの概要とその進捗状況について説明した後, プロジェクトの運営方針, プロジェクトの成果の紹介方法, PDのリクルート戦略など, 多岐に渡ってELCプロジェクトへのアドバイスを頂いた。

付録: 発表概要

Many tasks in machine learning (especially unsupervised learning) are provably intractable: NP-complete or worse. Nevertheless, researchers have developed heuristic algorithms to try to solve these tasks in practice. In most cases, these algorithms are heuristics with no provable guarantees on their running time or on the quality of solutions they return. Can we change this state of affairs?

This talk will suggest that the answer is yes, and describe three of our recent works as illustration. (a) A new algorithm for learning topic models. (It applies to Linear Dirichlet Allocations of Blei et al. and also to more general topic models. It provably works under some reasonable assumptions and in practice is up to 50 times faster than existing software like Mallet. It relies upon a new procedure for nonnegative matrix factorization.) (b) What classifiers are worth learning? (Can theory illuminate the contentious question of what binary classifier to learn: SVM, Decision tree, etc.?) (c) Provable ICA with unknown gaussian noise. (An algorithm to provably learn a "manifold" with small number of parameters but exponentially many "interesting regions.")

(Based upon joint works with Rong Ge, Ravi Kannan, Ankur Moitra, Sushant Sachdeva.)



© Sanjeev Arora 2013

Sanjeev Arora 教授

ELC Seminar on Quantum Query Complexity (C02)

世話役: 山下茂 (立命館大学), 河内亮周 (東京工業大学), 西村治道 (名古屋大学)

1 概要

本セミナーは平成 25 年度に開催された量子質問計算量に関する C02 班 (量子力学からの計算限界解明へのアプローチ) のメンバーを中心とするセミナーであり, 5 月 14 日の 13:00 から田町の計算限界研究センター (CELC) で開催された. 参加者は以下の通り.

山下茂 (立命館大), 河内亮周 (東京工業大)
中西正樹 (山形大), フランソワルガル (東京大)
西村治道 (名古屋大), 谷誠一郎 (NTT),
脊戸和寿 (成蹊大学), 照山順一 (NII)

最初の 6 名が C02 班のメンバーであり, 脊戸和寿 が A02 班 (情報理論・符号理論からの計算限界研究) のメンバーである. 量子質問計算量に関する以下の 2 本の論文

[AM12] Andris Ambainis, Ashley Montanaro, Quantum algorithms for search with wildcards and combinatorial group testing, [arxiv.org/1210.1148](https://arxiv.org/abs/1210.1148).

[JKM13] Stacey Jeffery, Robin Kothari, Frederic Magniez, Nested Quantum Walks with Quantum Data Structures, in *Proceedings of the 24th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'13)*, pp. 1474–1485. [arXiv/1210.1199](https://arxiv.org/abs/1210.1199).

について議論が交わされた.

2 内容

まず山下によって, 論文 [AM12] の報告がなされた. [AM12] では, n ビットの x の情報をに対して, x の特定のビットが指定した文字列 y に等

しいかどうかの結果を返す量子オラクルがある時に x を同定する問題 (search with wild cards と呼ばれている) の量子アルゴリズムを提案している. このアルゴリズムは最適の $O(\sqrt{n})$ のオラクル質問量を達成している. 通常の量子アルゴリズムは, amplitude amplification や quantum walk と呼ばれる枠組みを利用しているものが多いが, それらとは違い情報理論的なアイデアで, Pretty Good Measurement と呼ばれる POVM を繰り返して用いるアプローチであることが面白く, その枠組みについて特に説明された. このアプローチとは, POVM により x の既知の部分を少しずつ増やしていくものである. この枠組みのアルゴリズムを他の問題に応用することができないかということに関して参加者で議論された. また, 上記のオラクルとは違う通常のオラクルでも同様のことが出来ないかどうかについて検討が行われた.

次に西村によって, 論文 [JKM13] の報告がなされた. [JKM13] では, Magniez, Nayak, Roland, Santha(STOC'07) の量子ウォークアルゴリズム (MNRS アルゴリズム) を入れ子にした量子アルゴリズムのフレームワークが提案され, 量子質問計算量における近年のブレイクスルーである学習グラフ (learning graph) で得られた量子アルゴリズムと同等の上界が再現されている. 西村からはまず MNRS アルゴリズムの折り返し変換による幾何的描像が説明され, その後 [JKM13] の結果と三角形発見問題への適用例が説明された. 学習グラフによる手法は, 長年改良できなかった三角形発見問題に対する量子質問計算量の上界を改良するなど非常に大きな成果をもたらしたが, 量子計算特有の幾何的描像に乏しいため, どのように量子アルゴリズムが動いているのかが見えないというデメリットがある. [JKM13] で提案された手法は, その点 MNRS アルゴリズムをベースにしているため幾何的描像が得やすい. しかし, [JKM13] では新しい問題への適用例が与えられなかった

め，参加者で [JKM13] の手法の新しい問題への適用が議論された．また，[JKM13] の手法と学習グラフの手法の関係についても議論された．

全体を通して，非常に活発に議論が行れ，各人の研究結果や問題に関して，より新しいモデルや問題，お互いの疑問点に対する情報やアイデアの提供，といった研究者間のコミュニケーションにおいて重要なことがらが多く行われた．本ミニワークショップは参加者の研究を進める大きな力となることが期待できる．

ELC Seminar (A01)

世話役: 河村彰星 (東京大学, A01 班)

1 概要

前週 5 月 14~15 日に東大で開催した研究集会 ELC Workshop on Randomness and Probability Through Computability (RPTC) でも算法乱雑性の周辺の様々な題材について議論が交わされたが、特にオークランド大の Bakhadyr Khoussainov 教授は、一般の代数構造におけるランダム性理論の構築に長らく取組んでおられる。このプログラムについてより深く理解するための勉強会として改めてセミナーを開催し、他班からの参加者や学生など、より広い聴衆を想定してじっくり説明して頂いた。

framework for reasoning about algorithmic randomness for various classes of infinite structures.

日時 平成 25 年 5 月 20 日 (月) 午後 1 時~3 時

場所 計算限界解明センター セミナー室
(東京工業大学キャンパスイノベーションセンター五階)

2 講演内容

Algorithmically Random
Infinite Structures

Bakhadyr Khoussainov

(University of Auckland, New Zealand)

The last two decades have witnessed significant advances in the investigation of algorithmic randomness of infinite strings. Monographs by Downey and Hirschfeldt, and by Nies account for the recent research activities in the area. In spite of much work, research on randomness of infinite strings has excluded the investigation of algorithmic randomness for infinite algebraic structures such graphs, trees, groups or more generally universal algebras. In this talk, we provide a

ELC Seminar (Rahul Santhanam)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

1 セミナー概要

日時: 2013 年 5 月 21 日 (火) 15:30 – 16:30

場所: Center for ELC

演者: Rahul Santhanam

(University of Edinburgh)

題目: Algorithmic Analysis and Complexity Lower Bounds

参加人数: 15 名

2 内容

国立情報学研究所の招聘で来日した Santhanam 教授による講演会を開催した。良いアルゴリズムを作ることで下界の証明を導き出す、という最近注目を集めている計算限界解析手法に関する解説講演だった(詳細は下記付録参照)。本領域でも複数の研究者が取り組んでいるが、その最先端の研究とその課題に関して、非常に有用な情報の数々を得ることができた。

付録: 発表概要

I will give an overview of recent work on connections between complexity lower bounds and algorithms for Satisfiability beating brute force search. On the one hand, Williams established a formal connection from non-trivial SAT algorithms to circuit lower bounds, and used this connection to prove that $\text{NEXP} \not\in \text{ACC}_0$. On the other hand, new algorithms for Satisfiability have been found and analyzed recently by Impagliazzo-Mathews-Paturi, Seto-Tamaki and myself, with the analysis in each case inspired by complexity lower bound techniques. In addition to surveying recent work, I will give some high-level arguments why algorithmic methods are a

promising approach to circuit lower bounds, and indicate some of the main open problems in this area.



R. Santhanam 教授 (右は S. Kannan 教授)

ELC Seminar (Xavier Dahan)

世話役: 来嶋秀治 (九州大学)

1 開催情報

日時 2013 年 5 月 23 日 (木) 16:00–17:30

場所 九州大学伊都キャンパス

参加者数 計 23 名

講演者 Xavier Dahan (九州大学 大学院システム
情報科学研究所)

題目 高 girth のエキスパンダーグラフの代数的な
構造

2 内容

代数学的視点からグラフを扱っている Xavier Dahan 氏に講演いただいた。講演は大きな内周 (girth) を持つ正則グラフの位数に関するもので、符号理論に応用をもつ。 d -正則グラフの内周 g は

$$g \leq (2 + o(1)) \log_{d-1} |V|$$

という上界を持つことが知られているが、この上界の係数 2 がタイトかどうかは未解決である。内周 g の下界に関する研究としては、Erdos-Sachs によって 1963 年に $g \geq \log_{d-1} |V|$ が与えられて以来、いくつかの改良があったが、Dahan 氏は、10 以上の任意の頂点数に対して、

$$g \geq 1.3 \log_{d-1} |V|$$

を満たすグラフを構成する方法を開発した。大きな girth をもつグラフの設計に関する応用として、LDPC 符号への応用についても短い解説があった。講演では、証明に関連する話題として、四元数やエキスパンダーの話題もあり、代数学を駆使した手法の一端を垣間見ることができた。



図 1.1: 講演の様子

ELC & NII Joint Seminar (S. Saraf and S. Kopparty)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

ELC & NII Joint Seminar
(S. Saraf and S. Kopparty)

1 セミナー概要

日時: 2013 年 6 月 26 日 (水) 15:00 – 17:30

場所: Center for ELC

演者: Shubhangi Saraf (Rutgers University)

題目: Incidence geometry and applications to
theoretical computer science

演者: Swastik Kopparty (Rutgers University)

題目: Constant rate PCPs for Circuit-SAT with
sublinear query

参加人数: 10 名

2 内容

国立情報学研究所の招聘で来日した Saraf 博士と Kopparty 博士による講演会を開催した。Saraf 博士は Sylvester-Gallai の定理の多次元への拡張とその応用について、Kopparty 博士は、新しいタイプの PCP 定理について講演した。両者とも符合理論と計算論の接点に位置する話題についての新たな進展の報告で、今後の計算限界の解析手法の重要な道具になると期待できる。

付録: 発表概要

演者: Shubhangi Saraf (Rutgers University)

題目: Incidence geometry and applications to
theoretical computer science

The classical theorem of Sylvester-Gallai states the following: given a finite set of points in the Euclidean plane, not all on the same line, there exists a line passing through exactly two of the points.

This result has a rich and interesting history in mathematics. Surprisingly in recent years variants of the theorem have been influential in various diverse areas of theoretical computer science.

In this talk I will describe several extensions to the Sylvester Gallai theorem - quantitative

versions, high dimensional versions, colorful versions and average case versions. I will also describe some of the applications and connections in theoretical computer science to areas such as polynomial identity testing, local algorithms for error correcting codes as well as lower bounds for arithmetic computation.

(Based on joint works with Albert Ai, Zeev Dvir, Neeraj Kayal, and Avi Wigderson.)

演者: Swastik Kopparty (Rutgers University)

題目: Constant rate PCPs for Circuit-SAT with
sublinear query

The PCP theorem says that every NP-proof can be encoded to another proof, namely, a probabilistically checkable proof (PCP), which can be tested by a verifier that queries only a small part of the PCP. A natural question is how large is the blow-up incurred by this encoding, i.e., how long is the PCP compared to the original NP proof. The state-of-the-art works of Ben-Sasson, Sudan and Dinur show that one can encode proofs of length n by PCPs of length $(n \text{ polylog } n)$ that can be verified using a constant number of queries.

I will talk about a recent result, joint with Eli Ben-Sasson, Yohay Kaplan and Or Meir, showing that one can encode proofs of length n by PCPs of length $O(n)$, such that the proofs can be checked with ϵ -query complexity (for every $\epsilon > 0$). This is the first constant-rate PCP construction that achieves constant soundness with nontrivial query complexity ($\omega(1)$).

Our proof replaces the low-degree polynomials codes in traditional algebraic PCP constructions with algebraic-geometric (AG) codes. We show that the automorphisms of an AG code can be

used to simulate the role of affine transformations which are crucial in earlier high-rate algebraic PCP constructions. Using this observation we conclude that any asymptotically good family of transitive AG codes over a constant sized alphabet leads to a family of constant-rate PCPs with polynomially small query complexity. The required family of transitive AG codes was recently constructed by Henning Stichtenoth, and appears in the appendix to our paper.



S. Saraf 博士



S. Kopparty 博士

ELC Seminar on Quantum Query Complexity (C02)

世話役: 河内亮周 (東京工業大学)

1 概要

本セミナーは平成 25 年度に開催された量子質問計算量に関する C02 班 (量子力学からの計算限界解明へのアプローチ) のメンバーを中心とするセミナーであり, 7 月 16 日の 11:00 ~ 17:30 に田町の計算限界研究センター (CELC) で開催された. 参加者は以下の通り.

山下茂 (立命館大), 河内亮周 (東京工業大)
中西正樹 (山形大), フランソワルガル (東京大)
西村治道 (名古屋大), 谷誠一郎 (NTT),
小林 弘忠 (NII), 伊藤 剛志 (NEC ラボラトリーズ アメリカ), 山本 真基 (成蹊大学)

最初の 8 名が C02 班のメンバーであり, 最後の 1 名が C01 班 (統計力学からの計算限界解明へのアプローチ) のメンバーである.

フランソワルガルらが検討中の量子アルゴリズムについて説明を行い, メンバーで検討を行った.

2 内容

ハイパーグラフ上の 4 クリーク発見問題の計算量について研究討論を行った. この問題は MAX3-SAT と密着な関係を持つ ([Wil05]) ということから, 古典計算の枠組みで研究の対象にされてきたが, 効率的な古典アルゴリズムが未だ知られていない. ここで, その 4 クリーク発見問題に対する量子アルゴリズムに着目し, クエリー計算量の枠組みで効率的な量子アルゴリズムの構築を目指した. 様々な側面から議論を重ねた結果, 量子ウォークの最先端な技法 (learning graphs [LMS13] 及び nested quantum walks [JKM13]) に基づく有望なアプローチを提案した.

参考文献

[JKM13] Stacey Jeffery, Robin Kothari, Frederic Magniez, Nested Quantum Walks with Quantum Data Structures, in *Proceedings of the 24th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'13)*, pp. 1474–1485. arXiv/1210.1199.

[LMS13] Troy Lee, Frédéric Magniez, Miklos Santha, Improved Quantum Query Algorithms for Triangle Finding and Associativity Testing, in *Proceedings of the 24th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'13)*, pp. 1486–1502. arXiv/1210.1014.

[Wil05] Ryan Williams, A New Algorithm for Optimal 2-Constraint Satisfaction and its Implications, *Theoretical Computer Science* 348(2-3): 357–365, 2005.

ELC Seminar (A01/C01)

世話人： 渡辺治（東京工業大学、C01 班）

新たに C01 班と A01 班の博士研究員となった Sebastian Müller 氏の研究紹介とともに、C01 班との研究で滞在中の Xiaohui Bei 氏、Ning Chen 氏による制約充足問題に関する最新の結果等について研究討論のため、講演会を行った。

日時 平成 25 年 9 月 17 日（金）午後 2 時～5 時

場所 計算限界解明センター セミナー室
（東京工業大学キャンパスイノベーションセンター四階）

14:00

Sebastian Müller
Polylogarithmic Cuts in
Models of Weak Arithmetic

15:00

Xiaohui Bei
On the Complexity of Trial and Error

16:00

Ning Chen
Solving Linear Programming
with Constraints Unknown

Sebastian Müller
(ELC postdoctoral researcher,
C01 and A01)

Title: Polylogarithmic Cuts in Models of Weak Arithmetic

Abstract: Propositional proof systems are polynomial time computable surjective functions that map strings to propositional tautologies. We call any preimage of a tautology a proof. Properties of such systems are closely related to the $\text{coNP} = \text{NP}$ question; in fact, $\text{coNP} = \text{NP}$ iff such a proof system exists with short proofs

for every tautology. In this light it is interesting to compare two proof systems by their minimal lengths of proofs for any family of tautologies. We say that one proof system simulates another, if for any proof in the latter system there is one in the former system that is approximately of the same length. Two examples of propositional proof systems are Frege systems and bounded depth Frege systems. These systems are textbook style proof systems as are depicted in most basic logic literature. They differ in strength, however, and we do not expect bounded depth Frege systems to simulate Frege systems.

Models of weak arithmetics are well known to capture the strength of certain such propositional proof systems. We exploit this property to explore the relation between Frege and bounded depth Frege systems. More precisely we will show that a certain initial segment of any model that relates to bounded depth Frege systems, relates to Frege systems. An easy argument will then allow us to turn Frege proofs of any given length into bounded depth Frege proofs such that the proof length is not increased exponentially. This yields a sub-exponential simulation of Frege by bounded depth Frege systems.

Xiaohui Bei
(Nanyang Technological Univ.,
Singapore)

Title: On the Complexity of Trial and Error

Abstract: Motivated by certain applications in which the objects under investigation are unknown or not directly accessible because of various limitations, we propose a trial-and-error

model to examine search problems in which inputs are unknown.

More specifically, we consider constraint satisfaction problems $\bigwedge_i C_i$, where the constraints C_i are hidden, and the goal is to find a solution satisfying all constraints. We can adaptively propose a candidate solution (i.e., trial), and there is a verification oracle that either confirms that it is a valid solution, or returns the index i of a violated constraint (i.e., error), with the exact content of C_i still hidden.

We studied the time and trial complexities of a number of natural CSPs, summarized as follows. On one hand, despite the seemingly very little information provided by the oracle, efficient algorithms do exist for Nash, Core, Stable Matching, and SAT problems, whose unknown-input versions are shown to be as hard as the corresponding known-input versions up to a factor of polynomial. The techniques employed vary considerably, including, e.g., order theory and the ellipsoid method with a strong separation oracle.

On the other hand, there are problems whose complexities are substantially increased in the unknown-input model. In particular, no time-efficient algorithms exist for Graph Isomorphism and Group Isomorphism (unless PH collapses or $P = NP$). The proofs use quite nonstandard reductions, in which an efficient simulator is carefully designed to simulate a desirable but computationally unaffordable oracle.

Our model investigates the value of input information, and our results demonstrate that the lack of input information can introduce various levels of extra difficulty. The model accommodates a wide range of combinatorial and algebraic structures, and exhibits intimate connections with (and hopefully can also serve as a useful supplement to) certain existing learning and complexity theories

Ning Chen

(Nanyang Technological Univ., Singapore)

Title: Solving Linear Programming with Constraints Unknown

Abstract: What is the value of information in solving linear programming? The celebrated ellipsoid algorithm tells us that the full information of input constraints is not necessary; the algorithm works as long as there exists an oracle that, on a proposed candidate solution, returns a violation in the format of a separating hyperplane. Can linear programming still be efficiently solved if the returned violation is in another format?

We study this question in the aforementioned trial-and-error setting. We give an algorithm with running time $O(m^{\text{poly}(n)} * L)$, where m and n are the numbers of constraints and variables, respectively, and L is the input size of the linear program. The exponential dependence on n is unfortunately unavoidable; we show a lower bound of $\Omega(m^{\lceil n/2 \rceil})$ on the number of queries needed. Meanwhile, if the oracle provides more violation information—the index of a “most violated” constraint, measured by the Euclidean distance of the proposed solution and the half-spaces defined by the constraints—then we show that the linear program can be solved in polynomial time.

The proofs of the results employ a variety of geometric techniques, including McMullen’s Upper Bound Theorem, the weighted spherical Voronoi diagram, and the furthest Voronoi diagram. In addition, we give an alternative proof to a conjecture of Laszlo Fejes Toth on bounding the number of disconnected components formed by the union of m convex bodies in R^n . Our proof, inspired by the Gauss-Bonnet Theorem in global differential geometry, is independent of the known and clearly reveals more insights into the problem and bound.

UEC & ELC Joint Seminar on Theoretical Computer Science (A02)

世話役: 伊藤大雄 (電気通信大学)

1 会議概要

日時: 2013 年 9 月 20 日 (金)

場所: 電気通信大学 西 9 号館 3F AV ホール

参加人数: 23 名

プログラム

- 13:30–14:30: John Iacono (Polytechnic Institute of New York University): “In pursuit of the dynamic optimality conjecture”
- 14:30–15:20: Stefan Langerman (Universite Libre de Bruxelles): “Bichromatic compatible matchings”
- 15:30–16:20 Erik D. Demaine (MIT): “Geometric folding algorithms: linkages, origami, polyhedra”

2 会議の目的

離散アルゴリズムの分野における世界のトップである 3 名の研究者に、それぞれ最先端の研究テーマについて講演してもらい、ディスカッションを通じて、問題点を探り、理解を深める。

3 講演内容

3.1 John Iacono

題目 In pursuit of the dynamic optimality conjecture (動的最適性予想を追い求めて)

概要 1985 年に Sleator と Tarjan によってスプレー木という自己調整機能を持つ二分探索木が提案された。スプレー木は、回転操作に



図 1.1: John Iacono

基づく、最適なオフライン二分探索木の定数倍の損失しか無いと予想されている。この性質を「動的最適性」と言う。しかしこれまでに、スプレー木は含め、どの動的二分探索木に対しても動的最適性は証明されていない。本講演では、動的最適性予想が提案されて以来の約 30 年に及ぶ進展を概観し、さらに、動的最適な木が存在すれば必ず動的最適になるというアルゴリズムを示した。

3.2 Stefan Langerman

題目 Bichromatic compatible matchings (二彩色共存マッチング)

概要 R を平面上の n 個の赤点の集合、 B を平面上の n 個の青点の集合とする。 BR マッチングとは、各辺の両端の色が異なり互いに交差しない完全マッチングのことである。このようなマッチングは常に存在する。二つの BR マッチングは、どの辺同士も交差しないとき、

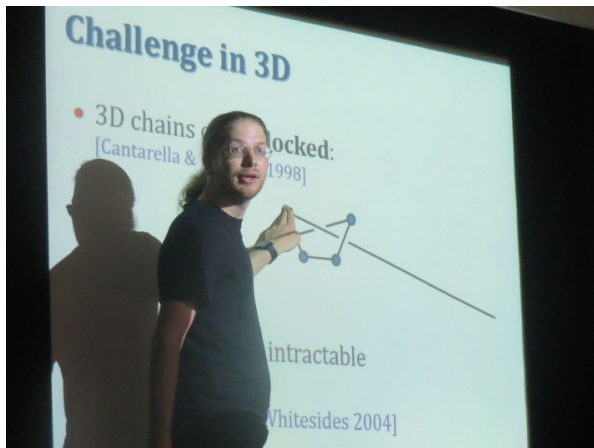


図 1.2: Erik Demaine

共存性があると言う。本講演では、任意の異なる二つの BR マッチング M と M' に対し、 BR マッチングの列 $M = M_1, \dots, M_k = M'$ で、 M_{i-1} と M_i は互いに共存性があるようなものが常に存在することを証明した。本研究は Greg Aloupis, Luis Barba, Diane L. Souvaine との共同研究である。



図 1.3: ディスカッション風景

明された多くの結果の一部を示すとともに、刺激的な未解決問題をいくつか紹介する。折畳み問題は製造業、ロボット、画像、タンパク質の折畳みなど多くの分野に応用がある。

3.3 Erik D. Demaine

題目 Geometric Folding Algorithms: Linkages, Origami, Polyhedra (幾何学的折畳みアルゴリズム: 連鎖、折り紙、多面体)

概要 アルゴリズムで自動的に設計できる折り紙の形状はどんなものなのだろうか? 映画トランスフォーマーやトランスフォーマー3で見られる様な、連結した小片が動的に動いて形状変形できるロボットはどうやって作ることができるのだろうか? 剛体の棒で構成されているロボットの腕はどのような時に折り畳めるのだろうか? 紙を折り畳んで一刀切りすることで得られる図形にはどんなものがあるだろうか? 1枚の平たい物質から、どんな3次元表面が作成できるだろうか? タンパク質はどのように折り畳まれるのだろうか?

幾何学的折畳みは離散・計算幾何学の一分野であり、こういったものを含む様々な興味深い疑問を提示する。本講演では、過去数年に証

ELC Seminar (Andrej Bogdanov)

世話役: 渡辺 治 (東京工業大学)

1 セミナー概要

日時: 2013 年 10 月 17 日 (木) 14:00 – 17:00

場所: Center for ELC

演者: Andrej Bogdanov

(Chinese Univ. of Hong Kong)

題目: On the complexity and security of homomorphic encryption

参加人数: 15 名

※電通大よりポリコム参加 1 名

2 内容

東京工業大学 大学院情報理工学研究科 数理・計算科学専攻の客員教授として、10 月 1 日に赴任された Andrej Bogdanov (Chinese Univ. of Hong Kong) による講演会を行った。

内容は、homomorphic encryption (公開情報のみで暗号化ができるような暗号系) の構成の困難さの解析に関する Chin Ho Lee 氏との共同研究の成果。主な結果は、homomorphic encryption は、通常の暗号化に比べて設計が難しいことを計算複雑さの観点から明確にした点である。当然予想されることではあるが、これまでに理論的な解析がほとんどなされていなかったテーマであり、今後の研究においても重要になると思われる。

なお、講演に引き続いて、渡辺が一般の CNF formula の充足解の構造に関する最近の結果を報告し、Bogdanov 氏などからコメントを頂いた。

electronic voting and secure outsourcing of computation.

We study homomorphic encryption from a complexity-theoretic perspective. We show that:

1. For any sufficiently "sensitive" function f , if an encryption scheme supports homomorphic evaluation of f , then this scheme cannot be proved NP-hard to break (under widely believed complexity assumptions).

2. For almost any function f , the ability to homomorphically evaluate f implies the ability to rerandomize ciphertexts (turn a ciphertext into another functionally equivalent but statistically independent one).

3. Certain encryption schemes (both private and public key) can be implemented by circuits of small depth, but homomorphic evaluation of any nontrivial functionality requires large circuit depth.

Our results can be viewed as evidence that homomorphic encryption schemes are inherently more complex and possibly less secure than ordinary ones.

付録: 発表概要

An encryption scheme is called homomorphic if given encryptions of several plaintexts, one can compute an encryption of some function of them (for example their sum) using public information only. This feature is useful for applications like

ELC Seminar (Ralf Borndörfer)

世話役: 脇隼人, 来嶋秀治 (九州大学)

1 概要

Ralf Borndörfer 先生 (Zuse Institute Berlin) を御招きし, 二つの講演を御願ひした. 一つめの講演では公共交通機関, 例えば航空機や鉄道に現れる最適化問題に対する現実的な解法について講演していただいた. 特に, 列生成法や Lagrange 緩和を用いて現実時間で精度の良い解が得られ, それを元に現場の問題を解決していることが述べられた.

二つめの講演では, 複雑なネットワーク最適化問題に対して extended formula を用いることで集合被覆問題や分割問題等に帰着でき, 列生成法を利用することでより効率的に解くことができることを紹介された. このような実用的な応用例として, ドイツ鉄道の車両割当問題を述べられた. この場合, 向き付きのハイパーグラフに関する割当問題として定式化することでより効率的に解けることを紹介された. また, その計算複雑度等, 理論的な性質についても示した.

2 開催情報

日時 2013 年 11 月 18 日 (月) (1) 13:30–14:30, (2) 15:00–16:00

場所 九州大学 伊都キャンパス 数理学研究教育棟 3 階中セミナー室 7

参加者 7 名

講師 Ralf Borndörfer (Zuse Institute Berlin)

タイトル (1) Optimization in Traffic and Transport

アブストラクト (1) The mathematical treatment of planning problems in public transit,

air, and rail traffic has made enormous advances in the last decade. Classical problems of vehicle and crew scheduling can nowadays be solved on a routine basis and for large scenarios using combinatorial optimization methods. This is not yet the case for problems that pertain to the design of public transit networks, and for problems of operations control that address the implementation of a schedule in the presence of disturbances. The talk surveys the state-of-the-art and some exciting developments in the area, and it addresses major challenges for the future.

タイトル (2) Configuration Models in Transport Optimization

アブストラクト (2) Configurations are local solutions of network optimization problems that can be used to assemble an overall solution. They are used to express complex requirements, that would be hard to formulate using constraints, by means of a local and hence manageable enumeration of “feasible configurations”. This gives rise to an extended formulation involving additional configuration variables. Usually, one has to make choices between several possible configurations, such that configuration models are often of a set packing, partitioning, or covering type. Such a formulation is combinatorially clean and lends itself to column generation techniques. If the configurations capture a core aspect of the problem, such a model will be provably strong, if the configurations can be computed efficiently, it is algorithmically

tractable. Typical examples of configuration models come up in transport optimization, where the integrated treatment of technical etc. constraints or the simultaneous solution of multi-stage models is a major challenge. Successful applications include railway track allocation, leading to path packing configuration models, railway rotation planning, resulting in hypergraph assignment and flow models, and depot management as well as line planning, leading to set partitioning type models. All of these models provide strong LP bounds and can be solved efficiently for large scale real-world problems. The talk surveys these results. It is based on joint work with Martin Grötschel, Olga Heismann, Heide Hoppmann, Marika Karbstein, Torsten Klug, Markus Reuther, Thomas Schlechte, Elmar Swarat, and Steffen Weider.



図 1.1: セミナー風景

ELC Seminar (Ravi Montenegro)

世話役: 来嶋秀治 (九州大学)

1 開催情報

日時 2013 年 11 月 22 日 (金) 10:30–12:00

場所 九州大学伊都キャンパス

参加者数 計 24 名

講演者 Ravi Montenegro (University of Massachusetts Lowell)

題目 A sharp heuristic for complexity of some Birthday attacks inspired by Markov Processes

2 内容

マルコフ連鎖の mixing time の解析を専門とする Ravi Montenegro 氏に, mixing time 解析の暗号理論への応用である誕生日攻撃の計算下界についてのご講演をいただいた. 確率的なカードトリックに関する自作のプログラムを用いた解説など, 大変わかりやすい講演であった. 講演概要は以下のとおりである.

概要 Birthday attacks use probabilistic “paradoxes” to solve cryptographic problems. However, the heuristics used to justify such methods are usually not strong enough to differentiate a more efficient approach from a less efficient one. We remedy this shortcoming with a rigorous result for Pollard’s Kangaroo method for discrete logarithm, and extend it with a very precise heuristic that applies to those attacks which are modeled on a Markov chain. This precision makes it possible to explain the differing performance between attacks that are superficially

similar, such as Pollard’s Rho for discrete logarithm when compared to Teske’s additive version, and can also be used in optimizing birthday attack design.



図 1.1: 講演の様子

ELC & NII Seminar (Siu-On Chan)

世話役: 渡辺治 (東京工業大学)

1 セミナー概要

日時: 2013 年 12 月 17 日 (火) 13:00 – 14:00

場所: Center for ELC

演者: Siu-On Chan (MSR New England)

題目: Approximation Resistance from Pairwise Independent Subgroups

参加人数: 16 名

※ NII よりポリコムで数名参加

2 内容

国立情報学研究所の招聘で来日した Chan 博士による講演会を開催した。Chan 博士は、XOR-補題 (の考え方) をもとに、近似不可能性を議論するための新たな手法を編み出し、非常に大きな話題となっているが、その手法について、考え方から技術的な詳細まで、かなり踏み込んだ議論がなされた。

付録: 発表概要

Abstract: We show optimal (up to a constant factor) NP-hardness for maximum constraint satisfaction problem with k variables per constraint (Max- k -CSP), whenever k is larger than the domain size. This follows from our main result concerning CSPs given by a predicate: a CSP is approximationresistant if its predicate contains a subgroup that is balanced pairwise independent. Our main result is analogous to Austrin and Mossel's, bypassing their Unique-Games Conjecture assumption whenever the predicate is an abelian subgroup.

Our main ingredient is a new gap-amplification technique inspired by XOR-lemmas. Using this technique, we also

improve the NP-hardness of approximating Independent-Set on bounded-degree graphs, Almost-Coloring, Two-Prover-One-Round-Game, and various other problems.



S. Chan 博士

ELC Seminar (Akimasa Miyake)

世話役: 河内亮周 (東工大)

1 概要

日時: 2014 年 3 月 26 日 (水)

場所: 計算限界解明センターセミナー室

参加人数: 10 名京都大学および計算限界解明センターを訪問されていた, 三宅章雅氏 (Univ. New Mexico) を迎え, 3 月 26 日にセミナーを行った. 三宅氏の近年の結果である特殊な量子計算の古典的模倣可能性について講演していただき, 参加者と活発な議論が行われた.

2 講演内容

Title: Quantum computation and simulation, and classical simulation thereof

Abstract: Potential quantum advantage in computation and simulation is of great interest to scientists, while for now its evidences are rather scattered as quantum algorithms solving specific problems. In this talk, I would like to advocate such an approach that quantum entanglement is indeed a way to characterize generally the complexity of quantum computation and simulation, despite some (old and new) misconceptions about its roles. I highlight a restricted set of quantum logical gate operations related to non-interacting fermionic time evolutions, called quantum matchgates, in order to observe a subtle difference between quantum computation and classical simulation thereof in this setting. It is demonstrated that the computational complexity of quantum matchgate circuits is evaluated by "concentrating necessary entanglement and compressing optimally the width of quantum circuits."

2. 研究課題別活動報告

A01: 数理論理学からの計算限界解析

研究代表者:	牧野 和久	京都大学 数理解析研究所
研究分担者:	河村 彰星	東京大学 大学院 情報理工学系研究科
	垣村 尚徳	東京大学 教養学部附属教養教育高度化機構
	小林 佑輔	東京大学 大学院 情報理工学系研究科
	Rossman Benjamin	国立情報学研究所
特任研究員:	Suppakitpaisarn	東京大学 大学院 情報理工学系研究科 (平成 24 年度)
	Vorapong	
	Michael Lampis	京都大学 数理解析研究所 (平成 25 年度)
研究協力者:	Stephen A. Cook	トロント大学
	Martin Ziegler	ダルムシュタット工科大学
	Endre Boros	ラトガース大学
	Vladimir Gurvich	ラトガース大学
公募研究:	Charles Jordan	北海道大学 大学院 情報科学研究科
		形式論理のプロパティ検査と発見による計算限界の解析 (課題番号 25106501)
	宇野 裕之	大阪府立大学 理学系研究科
		離散最適化に対する固定パラメータアルゴリズム設計によるパラメータ化計算複雑さ解明 (課題番号 25106508)

開催した研究集会

1. ELC Seminar on Algorithmic Randomness
期間: 2013 年 5 月 13-14 日
場所: 東京大学本郷キャンパス
講演者: 河村彰星 (東大)、木原貴行 (北陸先端大)、宮部賢志 (東京大学)

期間: 2013 年 5 月 20 日

場所: 計算限界解明センター (田町)

講演者: Bakhadyr Khoussainov (University of Auckland)

2. ELC Workshop on Randomness and Probability Through Computability
期間: 2013 年 5 月 14-15 日
場所: 東京大学本郷キャンパス
招待講演者 Rod Downey (Victoria University of Wellington), Bakhadyr Khoussainov (University of Auckland), Shuji Kijima (Kyushu University), André Nies (University of Auckland) ほか一般講演 10 件

招聘研究者

1. Łukasz Kaiser (LIAFA, CNRS)
期間: 2013 年 8 月 1 日~8 月 31 日
受入: 北海道大学

受賞

3. ELC Seminar (A01)

1. 河村彰星:
平成 25 年度船井研究奨励賞 (船井情報科学振興財団), 2013 年 4 月.

「高階計算量の応用による連続系計算理論の深化」.

2. 河村彰星:
LA/EATCS 発表論文賞 (欧洲理論情報学協会 (EATCS) 日本支部), 2013 年 7 月.
論文「境界上の重みの釣合せ」.
3. 河瀬康志:
電子情報通信学会 総合大会 COMP-ELC 学生シンポジウム (2014 年) 最優秀論文賞, 2014 年 3 月.
最適合成順問題 (牧野, 勢見との共著).

アウトリーチ活動

1. スッパキットパイサーン ウォラポン:
TJIA2013 第 6 回タイ日国際学会
Academic Committee, 2013 年 11 月 9 日.
2. Michael Lampis:
The Elusive Inapproximability of the TSP,
ACM SIGACT news, Complexity Theory
Column (掲載予定).

学術論文

1. Kazuhisa Makino, Suguru Tamaki, and Masaki Yamamoto:
Derandomizing the HSSW Algorithm for 3-SAT, *Algorithmica*, 67, 112–124, October 2013.
2. Endre Boros, Khaled M. Elbassioni, Vladimir Gurvich, and Kazuhisa Makino:
On discounted approximations of undiscounted stochastic games and Markov decision processes with limited randomness, *Oper. Res. Lett.*, 41, 357–362, July 2013.
3. Khaled M. Elbassioni, Kazuhisa Makino, Kurt Mehlhorn, and Fahimeh Ramezani:
On Randomized Fictitious Play for Approximating Saddle Points over Convex Sets,

Proceedings of the 19th International Conference, COCOON, Lecture Notes in Computer Science Volume 7936, 65–76, June 2013.

4. Endre Boros, Khaled M. Elbassioni, Vladimir Gurvich, and Kazuhisa Makino:
A Pseudo-Polynomial Algorithm for Mean Payoff Stochastic Games with Perfect Information and a Few Random Positions, *Proceedings of the 40th International Colloquium, ICALP*, Lecture Notes in Computer Science Volume 7965, 220–231, July 2013.
5. Endre Boros, Vladimir Gurvich, and Vladimir Oudalov:
A polynomial algorithm for a two parameter extension of Wythoff NIM based on the Perron-Frobenius theory, *Int. J. Game Theory*, 42, 891–915, November 2013.
6. Endre Boros, Ondrej Cepek, and Petr Kucera:
A decomposition method for CNF minimality proofs, *Theor. Comput. Sci.*, 510, 111–126, October 2013.
7. Endre Boros, Pinar Hegghernes, Pim van 't Hof, Martin Milanic:
Vector Connectivity in Graphs, *Proceedings of the 10th International Conference, TAMC*, Lecture Notes in Computer Science Volume 7876, 331–342, May 2013.
8. Vladimir Gurvich and Vladimir Oudalov:
On Nash-solvability in pure stationary strategies of the deterministic n -person games with perfect information and mean or total effective cost, *Discrete Applied Mathematics*, 167, 131–143, April 2014.
9. E. Boros, K. Elbassioni, V. Gurvich, and K. Makino:
On Canonical Forms for Zero-Sum Stochastic Mean Payoff Games, *Dynamic Games and Applications*, 3, 128–161, June 2013.

10. E. Boros, V. Gurvich, and E. Yamangil:
Chess-like Games May Have No Uniform Nash Equilibria Even in Mixed Strategies, *Game Theory*, Article ID 534875, April 2013.
11. E. Boros, V. Gurvich, and M. Milanič:
On CIS Circulants, *Discrete Mathematics*, 318, 78–95, March 2014.
12. Vladimir Gurvich and Sergei Schreider:
Stable families of coalitions for network resource allocation problems, *Statistics, Optimization, and Information Computing*, 2, 1–9, March 2014.
13. E. Boros, A. Scozzari, F. Tardella, and P. Veneziani:
Polynomially Computable Bounds for the Probability of the Union of Events, *Mathematics of Operations Research*, (掲載予定) .
14. E. Boros and A. Gruber:
Hardness Results for Approximate Pure Horn CNF Formulae Minimization, *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, (掲載予定) .
15. E. Boros, P. Heggernes, P. Van 't Hof and M. Milanič:
Vector Connectivity in Graphs, *Networks*, (掲載予定) .
16. R. Fraser, M. He, A. Kawamura, A. López-Ortiz, J. I. Munro, and P. K. Nicholson:
The distance 4-sector of two points is unique, *Proceedings of the Twenty-Fourth International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC)*, Lecture Notes in Computer Science Volume 8283, 612–622, December 2013.
17. A. Kawamura, H. Ota, C. Rösnick, and M. Ziegler:
Computational Complexity of Smooth Differential Equations, *Logical Methods in Computer Science*, 10(1), paper 6, February 2014.
18. Akitoshi Kawamura, Takuma Okamoto, Yuichi Tatsu, Yushi Uno, Masahide Yamato:
Morpion Solitaire 5D: a new upper bound of 121 on the maximum score, *In Proc. of the 25th Canadian Conference on Computational Geometry (CCCG)*, 25–29, August 2013.
19. K. Ambos-Spies, U. Brandt, M. Ziegler:
Real benefit of promises and advice, *Computability in Europe (CiE) 2013*, Milan, Italy, LNCS 7921, pp. 1–11, July 2013.
20. C. Herrmann, J. Sokoli, M. Ziegler:
Satisfiability of cross product terms is complete for real nondeterministic poly-time Blum-Shub-Smale machines, *Machines, Computations and Universality (MCU) 2013*, Zürich, Switzerland, EPTCS 128, pp. 85–92, September 2013.
21. Naonori Kakimura and Kazuhisa Makino:
Robust Independence Systems, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 27, 1257–1273, July 2013.
22. Naonori Kakimura and Ken-ichi Kawarabayashi:
Half-Integral Packing of Odd Cycles through Prescribed Vertices, *Combinatorica*, 35, 549–572, October 2013.
23. Hanna Sumita, Naonori Kakimura, and Kazuhisa Makino:
Sparse Linear Complementarity Problems, *Proceedings of the 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 453–462, June 2013.
24. Naonori Kakimura and Ken-ichi Kawarabayashi:
Packing edge-disjoint K_5 -immersions in 4-edge-connected graphs, *Proceedings of the 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 291–299, June 2013.

25. Hanna Sumita, Naonori Kakimura, and Kazuhisa Makino:
Sparse Linear Complementarity Problems, *Proceedings of the 8th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC 2013)*, Lecture Notes in Computer Science 7878, 358–369, May 2013.
26. Ryo Fujita, Yusuke Kobayashi, and Kazuhisa Makino:
Robust Matchings and Matroid Intersections, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 27, 1234–1256, July 2013.
27. Yusuke Kobayashi:
Triangle-free 2-matchings and M-concave Functions on Jump Systems, *Proceedings of the 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 383–386, June 2013.
28. Ken-ichi Kawarabayashi and Yusuke Kobayashi:
All-or-nothing Multicommodity Flow Problem with Bounded Fractionality in Planar Graphs, *Proceedings of the 54th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS 2013)*, 187–196, October 2013.
29. Attila Bernáth and Yusuke Kobayashi:
The Generalized Terminal Backup Problem, *Proceedings of the 25th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA 2014)*, 1678–1686, January 2014.
30. Yasushi Kawase and Kazuhisa Makino:
Nash Equilibria with Minimum Potential in Undirected Broadcast Games, *Theoretical Computer Science*, 482, 33–47, April 2013.
31. Xin Han, Yasushi Kawase, and Kazuhisa Makino:
Online Unweighted Knapsack Problem with Removal Cost, *Algorithmica*, 1–16, August 2013.
32. Xin Han, Yasushi Kawase, Kazuhisa Makino, and He Guo:
Online Removable Knapsack Problem under Convex Function, *Theoretical Computer Science*, (掲載予定).
33. Xin Han, Yasushi Kawase and Kazuhisa Makino:
Online Unweighted Knapsack Problem with Removal Cost, *Proceedings of the 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 191–200, June 2013.
34. Xin Han, Yasushi Kawase and Kazuhisa Makino:
Randomized Algorithms for Removable Online Knapsack Problems, *Proceedings of the 7th International Frontiers of Algorithmics Workshop and the 9th International Conference on Algorithmic Aspects of Information and Management*, Lecture Notes in Computer Science 7924, 60–71, July 2013.
35. Yasushi Kawase, Xin Han and Kazuhisa Makino:
Unit Cost Buyback Problem, *Proceedings of the 24th International Symposium on Algorithms and Computing*, Lecture Notes in Computer Science 8283, 435–335, December 2013.
36. Kei Kimura and Kazuhisa Makino:
A Complexity Index for Integer Linear Systems Based on Their Sign Patterns, *Proceedings of the 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 333–337, June 2013.
37. Benjamin Rossman:
Formulas vs. Circuits for Small Distance Connectivity, *Electronic Colloquium on Computational Complexity (ECCC)*, Report No. 169, November 2013.
38. Akinori Kawachi, Benjamin Rossman, Osamu Watanabe:

The Query Complexity of Witness Finding, *Proceedings of the 9th International Computer Science Symposium in Russia*, (掲載予定) .

39. Alonso Gragera Aguaza, Jean-François Baffier, and Vorapong Suppakitpaisarn:
A Bounds-Driven Analysis of “Skull and Roses” Cards Game, *ゲームプログラミングワークショップ 2013 論文集*, IPSJ, 102–105, November 2013.
40. Jean-François Baffier, and Vorapong Suppakitpaisarn:
Parametric Multiroute Flow and its Application to Robust Network with k Edge Failures, *Proc. 3rd International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO 2014)*, Lecture Notes in Computer Science, (掲載予定).
41. Michael Lampis and Valia Mitsou:
The Computational Complexity of the Game of Set and its Theoretical Applications, *Proceedings of the 11th Latin American Theoretical Informatics Symposium (LATIN 2014)*, (掲載予定).
42. Marek Karpinski, Michael Lampis, and Richard Schmied:
New Inapproximability Bounds for TSP, *Proceedings of the Twenty-Fourth International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC)*, Lecture Notes in Computer Science Volume 8283, 568–578, December 2013.
43. Jakub Gajarsky, Michael Lampis, and Sebastian Ordyniak:
Parameterized Algorithms for Modular-Width, *Proceedings of the 8th International Symposium on Parameterized and Exact Computation (IPEC 2013)*, 163–176, September 2013.
44. Michael Lampis:
Model Checking Lower Bounds for Simple
- Graphs, *Proceedings of the 40th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2013)*, 673–683, July 2013.
45. Michael Lampis:
Improved Inapproximability for TSP, *Theory of Computing*, (掲載予定).
46. Michael Lampis:
Model Checking Lower Bounds for Simple Graphs, *Logical Methods in Computer Science*, (掲載予定).
47. Charles Jordan and Lukasz Kaiser:
Experiments with Reduction Finding, *In Proc. Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT 2013)*, LNCS 7962, 192–207, 2013.
48. Charles Jordan and Lukasz Kaiser:
Learning Programs as Logical Queries, *In ICALP 2013 Satellite Workshop on Learning Theory and Complexity (LTC 2013)*, 2013.
49. Charles Jordan and Lukasz Kaiser:
Benchmarks from Reduction Finding, *In International Workshop on Quantified Boolean Formulas (QBF 2013)*, Informal Workshop Report, 40–43, 2013.
50. Toru Hasunuma, Toshimasa Ishii, Hirotaka Ono, Yushi Uno:
A linear time algorithm for $L(2,1)$ -labeling of trees, *Algorithmica*, 66 (3), 654–681, 2013.
51. Hiroyuki Fukui, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno:
On complexity of flooding games on graphs with interval representations, *In Proc. of Thailand–Japan Joint Conference on Computational Geometry and Graphs (TJJC-CGG)*, LNCS 8296, 72–84, 2013.
52. Erik D. Demaine, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara, Yushi Uno:

Computational complexity and an integer programming model of Shakashaka, *In Proc. of the 25th Canadian Conference on Computational Geometry (CCCG)*, 31–36, 2013.

53. Yoshio Okamoto, Yuichi Tatsu and Yushi Uno:

Exact and fixed-parameter algorithms for metro-line crossing minimization problems, *In Proc. of the 21th International Symposium on Graph Drawing (GD)*, LNCS 8242, 281–282, 2013.

54. Yushi Uno and Fumiya Oguri:

Contracted webgraphs—scale-freeness and structure mining—, *IEICE Transactions on Information and Network Science (Special Section on Progress in Information Network Science)*, E96-B (11), 2766–2773, 2013.

55. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Nicholas J. A. Harvey, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno:

UNO is hard, even for a single player, *Theoretical Computer Science*, 521, 51–61, 2014.

56. Toshimasa Ishii, Hirotaka Ono, Yushi Uno: Subexponential fixed-parameter algorithms for partial vector domination, *In Proc. of the 3rd International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO)*, to appear.

57. Toshimasa Ishii, Hirotaka Ono, Yushi Uno: Total vector domination for graphs with bounded branchwidth, *In Proc. of 10th Latin American Symposium on Theoretical Informatics (LATIN)*, to appear.

研究会等

1. Endre Boros, Khaled Elbassioni, Vladimir Gurvich, 牧野和久:

定数個のランダム点をもつ完全情報である二人ゼロ和確率期待ゲームに対する擬多項式時

間アルゴリズム (招待講演), 電子情報通信学会コンピュテーション研究会, 鳥取環境大学, 2013 年 9 月.

2. 大館, 河村, 森山:

掩蔽の最短化, 第十七回列挙アルゴリズムセミナー, 群馬県渋川市, 2013 年 4 月.

3. L. Barba, J.-L. de Carufel, R. Fleischer, A. Kawamura, M. Korman, Y. Okamoto, Y. Tang, T. Tokuyama, S. Verdonschot and T. Wang:

Geometric weight balancing, *Sixth Annual Meeting of the Asian Association for Algorithms and Computation (AAAC)*, Matsushima, Japan, April 2013.

4. A. Kawamura and K. Miyabe:

Polynomial-time randomness and differentiability, *ELC Seminar on Algorithmic Randomness*, Tokyo, Japan, May 2013.

5. 河村, 岡本, 辰, 宇野, 大和:

Morpion Solitaire 5D : 最大スコアの新しい上界 121, 電子情報通信学会コンピュテーション研究会, 奈良県奈良市, 2013 年 6 月.

6. A. Kawamura:

On small complexity classes for computable analysis, *Continuity, Computability, Constructivity – From Logic to Algorithms (CCC)*, Gregynog, Swansea University, Wales, UK, June 2013.

7. A. Kawamura and K. Miyabe:

Polynomial-time randomness and differentiability, *Computability in Europe (CiE)*, Milan, Italy, July 2013.

8. A. Kawamura, N. Th. Mueller, C. Roesnick and M. Ziegler:

Parameterized uniform complexity in numerics: from smooth to analytic, from NP-hard to polytime, *Tenth International Conference on Computability and Complexity in Analysis (CCA)*, Nancy, France, July 2013.

9. A. Kawamura, F. Steinberg and M. Ziegler:
On the Computational Complexity of Laplace's and Poisson's Equations, *Tenth International Conference on Computability and Complexity in Analysis (CCA)*, Nancy, France, July 2013.
10. A. Kawamura, F. Steinberg and M. Ziegler:
Complexity of Laplace's and Poisson's Equation compared to ordinary integration, *Logic Colloquium (LC)*, Evora, Portugal, July 2013.
11. 大館, 河村, 森山:
遮光線の長さについて, 夏のエルエーションボジウム, 福岡県福岡市東区, 2013 年 7 月.
12. 河村:
解析学における計算量 (ポスター発表), 第十二回情報科学技術フォーラム・イベント企画「基礎理論が導く最先端技術: 計算限界解明への取り組みと超高速アルゴリズム開発」, 鳥取県鳥取市, 2013 年 9 月.
13. 何, 河村, ニコルソン, フレイサー, マンロー, ロペス・オルチス:
距離四等分の一意性, 第十八回列举アルゴリズムセミナー, 群馬県渋川市, 2013 年 9 月.
14. L. Barba, J.-L. De Carufel, R. Fleischer, A. Kawamura, M. Korman, Y. Okamoto, Y. Tang, T. Tokuyama, S. Verdonschot and T. Wang:
The inverse barycenter problem, *Sixteenth Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG)*, Tokyo, Japan, September 2013.
15. A. Kawamura, T. Okamoto, Y. Tatsu, Y. Uno and M. Yamato:
Morpion Solitaire: New upper bounds on the maximum score, *Sixteenth Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG)*, Tokyo, Japan, September 2013.
16. A. Kawamura, S. Moriyama and Y. Otachi:
On shortest barriers, *Sixteenth Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG)*, Tokyo, Japan, September 2013.
17. R. Fraser, M. He, A. Kawamura, A. López-Ortiz, J. I. Munro and P. K. Nicholson:
The distance 4-sector of two points is unique, *Twenty-Second Annual Fall Workshop on Computational Geometry (FWCG)*, New York, NY, USA, October 2013.
18. A. Kawamura:
Small type-two complexity classes for computable analysis, *Shonan Seminar 033: Implicit Computational Complexity and Applications: Resource Control, Security, Real Number Computation.*, November 2013.
19. A. Kawamura and A. Pauly:
Function spaces for second-order polynomial time, *ArXiv:1401.2861*, January 2014.
20. 河村彰星, マティアス・コルマン, 唐淵, 鄭地園, ジャン・ルー・ド・カルフェル, 徳山豪, マイケル・ドビンズ, サンダー・バーDNSホト, ヤーノシュ・パハ, ルイス・バルバ, ルードルフ・フライシャー, 王天豪, 岡本吉央:
境界上の重みの釣合せ, 平成 25 年度冬のエルエーションボジウム, 11, 2014 年 1 月.
21. A. Kawamura:
Resource-bounded randomness and differentiability (招待講演), *Computability Theory and Foundations of Mathematics (CTFM)*, Tokyo, Japan, February 2014.
22. 河村彰星:
計算資源としての乱択 (招待講演), 談話会 (京都大学大学院人間・環境学研究科), 京都府京都市左京区, 2013 年 12 月.
23. 河村彰星:
実数の計算理論, 京都大学大学院理学系研究科「数理解析特別講義 1 計算機科学」, 2013 年 7-8 月.

24. 河村彰星:
連続系の計算量, 新学術領域研究「計算限界
解明」計算量理論秋学校, 長野県北佐久郡軽
井沢町, 2013 年 9 月.
25. 河村彰星:
乱数と計算量, 京都大学大学院人間環境学研
究科「数理科学特論 A」・総合人間学部「数
理科学特論 II」, 2013 年 12 月.
26. Attila Bernáth and Yusuke Kobayashi:
The Generalized Terminal Backup Prob-
lem, *Bertinoro Workshop 2013 on Graph
Theory and Algorithms*, December 2013.
27. 澄田範奈, 垣村尚徳, 牧野和久:
線形相補性問題の整数性, 2014 年研究集会
「最適化: モデリングとアルゴリズム」, 2014
年 3 月.
28. Han Xin, 河瀬 康志, 牧野 和久:
除去可能オンラインナップサック問題に対す
る乱択アルゴリズム, 日本オペレーションズ・
リサーチ学会「最適化の理論と応用」研究部
会 *SOTA*, 2013 年 6 月.
29. V. Suppakitpaisarn, H. Imai:
Yet Another Proof for Optimal Joint Av-
erage Hamming Weight of Width-3 Joint
Sparse Form, *6th Annual Meeting of Asian
Association for Algorithms and Computa-
tion (AAAC 2013)*, 2013 年 4 月.
30. V. Suppakitpaisarn:
Worst Case Computation Time for Mini-
mal Joint Hamming Weight Numeral Sys-
tems, *International Conference and Sum-
mer School on Numerical Computations:
Theory and Algorithms (NUMTA 2013)*,
2013 年 6 月.
31. Benjamin Rossman:
Formulas vs. circuits for small distance
connectivity (invited talk), *University of
Chicago*, October 2013.
32. Benjamin Rossman:
Formulas vs. circuits for small distance con-
nectivity (invited talk), *Columbia Univer-
sity*, November 2013.
33. Benjamin Rossman:
Formulas vs. circuits for small dis-
tance connectivity (invited talk), *Microsoft
Research/MIT Theory Reading Group*,
November 2013.
34. Benjamin Rossman:
Formulas vs. circuits for small distance con-
nectivity (invited talk), *University of Penn-
sylvania*, February 2014.
35. Benjamin Rossman:
Formulas vs. circuits for small distance con-
nectivity (invited talk), *Princeton Univer-
sity*, February 2014.
36. Charles Jordan:
SAT, QBF と記述計算量の経験, *ERATO 湊
離散構造処理系プロジェクト「2013 年度秋
のワークショップ」*, 2013 年 11 月.
37. Łukasz Kaiser and Charles Jordan:
Machine Learning using Descriptive Com-
plexity and SAT-solvers, *Highlights of
Logic, Games and Automata (Highlights)*,
2013 年 9 月.
38. Charles Jordan and Łukasz Kaiser:
記述計算量と SAT ソルバによる帰着の発見,
第 3 回 *CSPSAT2* 研究会, 2013 年 7 月 26 日.
39. Charles Jordan:
記述計算量と論理式の発見, *ERATO 湊離散
構造処理系プロジェクト「2013 年度初夏の
ワークショップ」*, 2013 年 6 月.
40. Erik Demaine, Yoshio Okamoto, Ryuhei
Uehara, Yushi Uno:
On computational complexity and an inte-
ger programming model of Shakashaka (ペ
ンシルパズル「シャカシャカ」の計算複雑さ
と整数計画モデル), 電子情報通信学会技術報
告, COMP2013-8, 43-48, 2013 年 4 月.

41. Akitoshi Kawamura, Takuma Okamoto, Yuichi Tatsu, Yushi Uno, Masahide Yamato:
Morpion Solitaire: A new upper bound of the maximum score, 電子情報通信学会技術報告, COMP2013-19, 1-6, 2013 年 6 月.
42. 堀山 貴史, 清見 礼, 岡本 吉央, 上原 隆平, 宇野 毅明, 宇野 裕之, 山内 由紀子:
三角取りの多項式時間解法と NP 完全性, 第 9 回組合せゲーム・パズルミニ研究集会, 2014 年 3 月.
43. 永井 杏奈, 宇野 裕之:
HIDATO の整数計画モデル, 第 9 回組合せゲーム・パズルミニ研究集会, 2014 年 3 月.
44. 宇野 裕之:
魔方陣に関する未解決問題, 第 9 回組合せゲーム・パズルミニ研究集会, 2014 年 3 月.
6. 澄田範奈, 垣村尚徳, 牧野和久:
線形相補性問題の完全双対整数性, 2014 年電子情報通信学会 総合大会, S-7-8, 2014 年 3 月.
7. Han Xin, 河瀬 康志, 牧野 和久:
オンラインナップサック問題に対する乱択アルゴリズム, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 秋季研究発表会, 2013 年 9 月.
8. Han Xin, 河瀬 康志, 牧野 和久:
Randomized Algorithms for Online Knapsack Problems, 第 145 回アルゴリズム研究会, 2013 年 11 月.
9. 河瀬康志, 牧野和久, 勢見賢人:
最適合成順問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, 2014 年 3 月.
10. 河瀬康志, 牧野和久, 勢見賢人:
最適合成順問題, 2014 年電子情報通信学会 総合大会, 2014 年 3 月.

学会大会等

1. 河村彰星, 宮部賢志:
多項式時間ランダム性と微分可能性, 日本数学会秋季総合分科会, 愛媛県松山市, 2013 年 9 月.
2. 河村彰星:
縮小写像による距離三等分線の構成, 日本数学会年会, 2014 年 3 月.
3. 大槻兼資, 小林佑輔, 室田一雄:
円板形領域損傷モデルにおける最大流最小カットアルゴリズムの実験的評価, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, 2014 年 3 月.
4. 小林佑輔, 松岡達也:
一般化ターミナルバックアップ問題に対する多項式時間アルゴリズム, 日本応用数理学会研究部会連合発表会, 2014 年 3 月.
5. 澄田範奈, 垣村尚徳, 牧野和久:
線形相補性問題の完全双対整数性, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, 132-133, 2014 年 3 月.
11. 木村 慧, 牧野 和久:
制約充足問題に対する線形固定可能割当ての解析, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, 124-125, 2014 年 3 月.
12. 木村 慧, 牧野 和久:
制約充足問題に対する線形固定可能割当ての解析, 2014 年電子情報通信学会 総合大会, S-5-6, 2014 年 3 月.
13. 夫紀恵, スッパキットパイサーン ウォラポン, 木村慧, 垣村尚徳:
Maximum Lifetime Coverage Problems with Battery Recovery Effects, FIT2013 第 12 回情報科学技術フォーラム - 情報処理学会, ポスターセッション 基礎理論から見えてくる最先端アルゴリズムの世界, 2013 年 9 月.
14. 河瀬康志, 牧野和久, 勢見賢人:
最適合成順問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, 2014 年 3 月.
15. 河瀬康志, 牧野和久, 勢見賢人:
最適合成順問題, 2014 年電子情報通信学会 総合大会, 2014 年 3 月.

16. 宇野 裕之:

数理パズルやゲームに対する理論計算機科学からのアプローチ, 情報処理学会関西支部講演会「パズル・ゲームの数理」, 2013年11月.

A02: 情報理論・符号理論からの計算限界研究

研究代表者： 河原林 健一 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
ERATO 河原林巨大グラフプロジェクト
研究分担者： 伊藤 大雄 電気通信大学 大学院 情報理工学研究科
玉置 卓 京都大学 大学院 情報学研究科
吉田 悠一 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
プリファードインフラストラクチャー
連携研究者： 脊戸 和寿 成蹊大学 理工学部
公募研究： 安永 憲司 金沢大学 理工研究域
計算構造制限下での暗号技術の限界解明
(課題番号 25106509)

開催した研究集会

1. ELC Mini-Workshop on Sublinear-Time Algorithms (A02)
期間: 2013 年 12 月 6 日
場所: NII
講演者: Francois Le Gall (University of Tokyo), Comandur Seshadhri (Princeton University), Mitsuru Kusumoto (Kyoto University & ERATO), Skip Jordan (Hokkaido University & ERATO), Takahiro Ueda (Kyoto University), Yuichi Yoshida (NII & Preferred Infrastructure), Hiro Ito (University of Electro-Communications)
2. UEC & ELC Joint Seminar on Theoretical Computer Science
期間: 2013 年 9 月 20 日
場所: The University of Electro-Communications
講演者: John Iacono (Polytechnic Institute of New York University), Stefan Langerman (Universite Libre de Bruxelles), Erik D. Demaine (MIT)

招聘研究者

1. C. Seshadhri (Sandia National Laboratories)

期間: 2013 年 12 月 3 日-12 月 9 日
受入: NII

2. Erik Demaine (MIT)
期間: 2013 年 9 月 14 日-9 月 21 日
受入: 電気通信大学
3. Stefan Langerman (Universite Libre de Bruxelles)
期間: 2013 年 9 月 14 日-9 月 21 日
受入: 電気通信大学

受賞

1. 吉田 悠一:
船井情報科学振興財団 船井研究奨励賞, 2014 年 2 月.
制約充足問題に対する定数時間アルゴリズム.
2. 吉田 悠一:
井上科学振興財団 井上研究奨励賞, 2013 年 4 月.

アウトリーチ活動

1. 伊藤 大雄:
情報オリンピック夏季セミナー 講演 題目:
『ビッグデータ時代の高速アルゴリズムと計算限界の理論』, 2013 年 8 月 27 日.

学術論文

1. Takayuki Sakai, Kazuhisa Seto and Suguru Tamaki:
Solving Sparse Instances of Max SAT via Width Reduction and Greedy Restriction, *Proc. of the 17th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT)*, (掲載予定).
2. Kenji Yasunaga:
Correction of Samplable Additive Errors, *Proc. of the 2014 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT)*, (掲載予定).
3. Ken-ichi Kawarabayashi, Yusuke Kobayashi and Stephan Kreutzer:
An Excluded Half-Integral Grid Theorem for Digraphs and the Directed Disjoint Paths Problem, *Proc. of the 46th ACM Symposium on the Theory of Computing (STOC)*, (掲載予定).
4. Michael Elberfeld and Ken-ichi Kawarabayashi:
Embedding and Canonizing Graphs of Bounded Genus in Logspace, *Proc. of the 46th ACM Symposium on the Theory of Computing (STOC)*, (掲載予定).
5. Yuichi Yoshida:
A Characterization of Locally Testable Affine-Invariant Properties via Decomposition Theorems, *Proc. of the 46th ACM Symposium on the Theory of Computing (STOC)*, (掲載予定).
6. Takuya Akiba, Yoichi Iwata and Yuichi Yoshida:
Dynamic and Historical Shortest-Path Distance Queries on Large Evolving Networks by Pruned Landmark Labeling, *Proc. 23rd International World Wide Web Conference (WWW)*, (掲載予定).
7. Suguru Tamaki and Yuichi Yoshida:
A query efficient non-adaptive long code test with perfect completeness, *Random Structures & Algorithms*, (掲載予定).
8. Satoru Fujishige, Shin-ichi Tanigawa and Yuichi Yoshida:
Generalized Skew Bisubmodularity: A Characterization and a Min-Max Theorem, *Discrete Optimization*, (掲載予定).
9. Shin-ichi Tanigawa and Yuichi Yoshida:
Testing Supermodular-cut Condition, *Algorithmica*, (掲載予定).
10. Atsuki Nagao, Kazuhisa Seto and Junichi Teruyama:
Efficient Algorithms for Sorting k-Sets in Bins, *Proc. of the 8th International Workshop on Algorithms and Computation (WALCOM)*, LNCS 8344, 225–236, 2014 年 2 月.
11. Hitoshi Namiki, Keisuke Tanaka, and Kenji Yasunaga:
Randomness leakage in the KEM/DEM framework, *IEICE Transactions on Fundamentals*, E97-A(1), 191–199, 2014 年 1 月.
12. Shinya Fujita and Ken-ichi Kawarabayashi:
A connected subgraph maintaining high connectivity, *European Journal of Combinatorics*, 35(1), 245–255, 2014 年 1 月.
13. Michael Löffesmann and Ken-ichi Kawarabayashi:
Sub-exponential graph coloring algorithm for stencil-based Jacobian computations, *Journal of Computational Science*, 5(1), 1–11, 2014 年 1 月.
14. Yuichi Yoshida and Yuan Zhou:
Approximation Schemes via Sherali-Adams Hierarchy for Dense Constraint Satisfaction Problems and Assignment Problems, *Proc. 5th Innovations in Theoretical Computer Science (ITCS)*, 423–438, 2014 年 1 月.
15. Kazuo Iwama and Yuichi Yoshida:
Parameterized Testability, *Proc. 5th In-*

novations in Theoretical Computer Science (ITCS) , 507–516, 2014 年 1 月.

16. Ken-ichi Kawarabayashi and Stephan Kreutzer:
An Excluded Grid Theorem for Digraphs with Forbidden Minors, *Proc. 25th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA)* , 72–81, 2014 年 1 月.
17. Yoichi Iwata, Keigo Oka and Yuichi Yoshida:
Linear Time FPT Algorithms via Network Flow, *Proc. 25th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA)* , 1749–1761, 2014 年 1 月.
18. Takuya Akiba, Yoichi Iwata, Ken-ichi Kawarabayashi and Yuki Kawata:
Fast Shortest-path Distance Queries on Road Networks by Pruned Highway Labeling, *Proc. of the Sixteenth Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX)*, 147–154, 2014 年 1 月.
19. Mitsuru Kusumoto, Yuichi Yoshida and Hiro Ito:
Constant-Time Approximation Algorithms for the Optimum Branching Problem on Sparse Graphs, *International Journal of Networking and Computing*, 3(2), 205–216, 2013 年.
20. Szilard Zsolt Fazekas, Hiro Ito, Yasushi Okuno, Shinnosuke Seki, and Kei Taneishi:
On computational complexity of graph inference from counting, *Natural Computing*, 12(4), 589–603, 2013 年 12 月.
21. Haruna Higo, Keisuke Tanaka and Kenji Yasunaga:
Game-Theoretic Security for Bit Commitment, *Proc. 8th International Workshop on Security (IWSEC)*, LNCS 8231, 303–318, 2013 年 11 月.
22. Francois Le Gall and Yuichi Yoshida:
Property Testing for Cyclic Groups and Beyond, *Journal of Combinatorial Optimization*, 26(4), 636–654, 2013 年 11 月.
23. Kazuhisa Makino, Suguru Tamaki and Masaki Yamamoto:
Derandomizing HSSW algorithm for 3-SAT, *Algorithmica*, 67(2), 112–124, 2013 年 10 月.
24. Naonori Kakimura and Ken-ichi Kawarabayashi:
Half-integral packing of odd cycles through prescribed vertices, *Combinatorica*, 33(5), 549–572, 2013 年 10 月.
25. Kord Eickmeyer, Ken-ichi Kawarabayashi:
Approximating Multi Commodity Network Design on Graphs of Bounded Pathwidth and Bounded Degree, *Proc. 6th International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT)* , 134–145, 2013 年 10 月.
26. Takuya Akiba, Yoichi Iwata and Yuichi Yoshida:
Linear-Time Enumeration of Maximal k -Edge-Connected Subgraphs in Large Networks by Random Contraction, *Proc. 22nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)* , 909–918, 2013 年 10 月.
27. Yosuke Yano, Takuya Akiba, Yoichi Iwata and Yuichi Yoshida:
Fast and Scalable Reachability Queries on Graphs by Pruned Labeling with Landmarks and Paths, *Proc. 22nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)* , 1601–1606, 2013 年 10 月.
28. Ken-ichi Kawarabayashi and Yosuke Kobayashi:
All-or-Nothing Multicommodity Flow Problem with Bounded Fractionality in Planar Graphs, *Proc. 54th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)*, 187–196, 2013 年 10 月.

29. Eric Blais, Amit Weinstein, Yuichi Yoshida:
Semi-strong coloring of intersecting hypergraphs, *Combinatorics Probability and Computing*, 1–7, 2013 年 10 月.
30. Jean Cardinal, Hiro Ito, Matias Korman and Stefan Langerman:
Helly Numbers of Polyominoes, *Graphs and Combinatorics*, 29(5), 1221–1234, 2013 年 9 月.
31. 玉置 卓:
メタアルゴリズムと計算限界証明の不思議な関係, 電子情報通信学会誌, 96(9), 679–682, 2013 年 9 月.
32. Danushka Bollegala, Mitsuru Kusumoto, Yuichi Yoshida, and Ken-ichi Kawarabayashi:
Mining for Analogous Tuples from an Entity-Relation Graph, *Proc. International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAI)*, 2013 年 8 月.
33. Hiroya Takahashi, Kenji Yasunaga, Masahiro Mambo, Kwangjo Kim and Heung Youl Youm:
Preventing Abuse of Cookies Stolen by XSS, *Proc. 8th Asia Joint Conference on Information Security (AsiaJCIS)*, 85–89, 2013 年 7 月.
34. Takuya Umesato, Toshiki Saitoh, Ryuhei Uehara, Hiro Ito, Yoshio Okamoto:
Complexity of the stamp folding problem, *Theoretical Computer Science*, 497, 13–19, 2013 年 7 月.
35. Arnab Bhattacharyya and Yuichi Yoshida:
An Algebraic Characterization of Testable CSPs, *Proc. 40th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP)*, 123–134, 2013 年 7 月.
36. Karl Wimmer and Yuichi Yoshida:
Testing Linear-Invariant Function Isomorphism, *Proc. 40th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP)*, 840–850, 2013 年 7 月.
37. Richard Hoshino and Ken-ichi Kawarabayashi:
Balancing the Traveling Tournament Problem for Weekday and Weekend Games, *Proc. of the Twenty-Fifth Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference (IAAI)*, 2013 年 7 月.
38. Kazuhisa Seto and Suguru Tamaki:
A Satisfiability Algorithm and Average-Case Hardness for Formulas over the Full Binary Basis, *Computational Complexity (Selected papers from the 27th Annual IEEE Conference on Computational Complexity)*, 22(2), 245–274, 2013 年 6 月.
39. Manh Ha Nguyen, Kenji Yasunaga and Keisuke Tanaka:
Leakage-Resilience of Stateless/Stateful Public-Key Encryption from Hash Proofs, *IEICE Transactions on Fundamentals*, E96-A(6), 1100–1111, 2013 年 6 月.
40. Kenji Yasunaga:
List decoding of Reed-Muller codes based on a generalized Plotkin construction, *IEICE Transactions on Fundamentals*, E96-A(6), 1662–1666, 2013 年 6 月.
41. Kord Eickmeyer, Ken-ichi Kawarabayashi and Stephan Kreutzer:
Model Checking for Successor-Invariant First-Order Logic on Minor-Closed Graph Classes, *Proc. 28th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS)*, 134–142, 2013 年 6 月.
42. Ken-ichi Kawarabayashi and Yuichi Yoshida:
Testing Subdivision-Freeness: — Property Testing Meets Structural Graph Theory —, *Proc. 45th ACM Symposium on the Theory of Computing (STOC)*, 437–446, 2013 年 6 月.

43. Takuya Akiba, Yoichi Iwata and Yuichi Yoshida:
Fast Exact Shortest-Path Distance Queries on Large Networks by Pruned Landmark Labeling, *Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD)*, 349–360, 2013 年 6 月.
44. Ken-ichi Kawarabayashi and Kenta Ozeki:
A simpler proof for the two disjoint odd cycles theorem, *Journal of Combinatorial Theory, Series B*, 103(3), 313–319, 2013 年 5 月.
45. Ken-ichi Kawarabayashi and Gexin Yu:
Connectivities for k-knitted graphs and for minimal counterexamples to Hadwiger’s Conjecture, *Journal of Combinatorial Theory, Series B*, 103(3), 320–326, 2013 年 5 月.
46. Hiro Ito:
How to Generalize Janken – Rock–Paper–Scissors–King–Flea, *Computational Geometry and Graphs*, LNCS 8296, 85–94, 2013 年.

研究会等

1. 秋葉拓哉, 岩田 陽一, 吉田 悠一:
2-Hop ラベルの直接的な計算によるグラフ最短経路クエリ処理の効率化, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM), 2014 年 3 月.
2. 大坂直人, 秋葉拓哉, 吉田悠一, 河原林健一:
枝刈り探索によるソーシャルネットワークでの影響最大化アルゴリズム, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM), 2014 年 3 月.
3. 脊戸 和寿:
計算複雑さへの招待 (5): 回路から迫る P vs. NP, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 12 月.
4. 長尾 篤樹, 脊戸 和寿, 照山 順一:
Efficient Algorithms for Sorting k-Sets in Bins, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 12 月.
5. 上田孝弘, 伊藤大雄:
劣線形時間ケーキ分割アルゴリズム, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 12 月.
6. 吉田 悠一:
A Characterization of Locally Testable Affine-Invariant Properties through Decomposition Theorems, *ELC* 平成 25 年度第 2 回領域会議, 2013 年 11 月.
7. 玉置 卓:
計算複雑さへの招待 (4): 計算限界証明における障壁, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 10 月.
8. Kazuhisa Seto:
Approaches to Separate Complexity Classes, 情報科学技術フォーラム (FIT2013), 2013 年 9 月.
9. Takayuki Sakai, Kazuhisa Seto and Suguru Tamaki:
Solving Sparse Instances of Max SAT via Width Reduction and Greedy Restriction, *Dagstuhl Seminars 13331*, 2013 年 8 月.
10. Kazuhisa Seto and Suguru Tamaki:
A Satisfiability Algorithm and Average-Case Hardness for Formulas over the Full Binary Basis, *Dagstuhl Seminars 13331*, 2013 年 8 月.
11. 酒井 隆行, 脊戸 和寿, 玉置 卓:
最大充足可能性問題の疎な例題に対する厳密アルゴリズム, 夏の LA シンポジウム, 2013 年 7 月.
12. Ken-ichi Kawarabayashi and Yuichi Yoshida:
Testing Subdivision-Freeness: - Property Testing Meets Structural Graph Theory -, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 7 月.

13. 上田孝弘, 伊藤大雄:
劣線形時間ケーキ分割アルゴリズムに関する
考察, 夏の *LA* シンポジウム, 2013 年 5 月.
14. Suguru Tamaki:
The complexity of robust satisfiability of
the constraint satisfaction problem, *The 6th
AAAC Annual Meeting*, 2013 年 4 月.
15. ITO Hiro, Stefan LANGERMAN and
YOSHIDA Yuichi:
On a generalization of river crossing prob-
lems, *The 6th AAAC Annual Meeting*, 2013
年 4 月.

学会大会等

1. 酒井 隆行, 脊戸 和寿, 玉置 卓:
最大充足可能性問題の疎な例題に対する厳密
アルゴリズム, 電子情報通信学会 総合大会
DS-1. COMP 学生シンポジウム, 2014 年 3
月.
2. 楠本充, 吉田悠一:
隣接リストモデルにおける森の同型性検査,
電子情報通信学会 総合大会 *DS-1. COMP*
学生シンポジウム, 2014 年 3 月.
3. Kosuke Yuzawa, Kenji Yasunaga, and
Masahiro Mambo:
A study on computational fuzzy extractors,
*The 31st Symposium on Cryptography and
Information Security (SCIS2014)*, 3B4-1,
2014 年 1 月.

A03 : 記憶領域制限シナリオにおける計算限界の解明

研究代表者 :	浅野 哲夫	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
研究分担者 :	垂井 淳	電気通信大学大学院 情報理工学研究科
	上原 隆平	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
	小野 廣隆	九州大学 大学院 経済学研究院
	清見 礼	横浜市立大学 国際総合科学部
	大舘 陽太	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
研究協力者 :	Guenter Rote	ベルリン自由大学
	Wolfgang Mulzer	ベルリン自由大学
	Ovidiu Daescu	テキサス大学ダラス校
	小長谷 松雄	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
公募研究 :	泉 泰介	名古屋工業大学 大学院 工学研究科
		分散計算複雑性の理論 : 最悪時評価を超えて (課題番号 25106507)

開催した研究集会

1. 15th International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems (SSS 2013)
期間: 2013 年 11 月 13 日 ~ 11 月 16 日
場所: 大阪大学吹田キャンパス
講演者: Shlomi Dolev (Ben-Gurion University of the Negev), Michel Raynal (Institut Universitaire de France & IRISA, Université de Rennes 1) 他

4. 清見 礼:

横浜市立サイエンスフロンティア高校出張授業 アルゴリズムについて, 2013 年.

著書

1. 上原隆平:
はじめてのアルゴリズム, 近代科学社, 2013 年.

学術論文

アウトリーチ活動

1. 小野 廣隆:
福岡県立東筑高等学校・模擬講義, 2013 年 11 月 1 日.
2. 垂井淳:
P ≠ NP 予想, 代数的計算量, 数学セミナー 12 18-22, 2013 年 12 月.
3. 清見 礼:
横浜市立大市民講座 整数計画問題への招待, 2013 年 11 月 16 日.

1. Tetsuo Asano and Revant Kumar:

A Small-Space Algorithm for Removing Small Connected Components from a Binary Image, *IEICE Trans. EA, Special Section on Discrete Mathematics and Its Applications*, IEICE Transactions 96-A(6), 1044-1050, 2013.

2. Matsuo Konagaya and Tetsuo Asano:

Reporting All Segment Intersections Using an Arbitrary Sized Work Space, *IEICE Trans. EA, Special Section on Discrete*

- Mathematics and Its Applications*, IEICE Transactions 96-A(6), 1066–1071, 2013.
3. Shin-ichi Nakano, Ryuhei Uehara, and Takeaki Uno:
Efficient algorithms for a simple network design problem, *Networks*, Vol. 62, pp. 95–104, 2013.
 4. Ryuhei Uehara:
Tractabilities and Intractabilities on Geometric Intersection Graphs, *Algorithms*, Vol. 6(1), pp. 60–83, 2013.
 5. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Nicholas J. A. Harvey, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno:
UNO is hard, even for a single player, *Theoretical Computer Science*, Vol 521, pp. 51–61, 2014.
 6. Toshihiro Shirakawa and Ryuhei Uehara:
Common Developments of Three Incongruent Orthogonal Boxes, *International Journal of Computational Geometry and Applications*, Vol. 23(1), pp. 65–71, 2013.
 7. Takeaki Uno, Ryuhei Uehara, and Shin-ichi Nakano:
Bounding the Number of Reduced Trees, Cographs, and Series-Parallel Graphs by Compression, *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications*, 5(2), pp. 1360001–1350014, 2013.
 8. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Sarah Eisenstat, Thomas D. Morgan, and Ryuhei Uehara:
Variations on Instant Insanity, *Conference on Space Efficient Data Structures, Streams and Algorithms*, Lecture Notes in Computer Science Vol. 8066, pp. 33–47, 2013/08/15–08/16.
 9. Erik D. Demaine, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara and Yushi Uno:
Computational complexity and an integer programming model of Shakashaka, *The 25th Canadian Conference on Computational Geometry (CCCG 2013)*, pp. 31–36, 2013/08/08–08/10.
 10. Erik D. Demaine, Martin Demaine and Ryuhei Uehara:
Zipper Unfoldability of Domes and Prismoids, *The 25th Canadian Conference on Computational Geometry (CCCG 2013)*, pp. 43–48, 2013/08/08–08/10.
 11. Oswin Aichholzer, Jean Cardinal, Thomas Hackl, Ferran Hurtado, Matias Korman, Alexander Pilz, Rodrigo Silveira, Ryuhei Uehara, Birgit Vogtenhuber and Emo Welzl:
Cell-Paths in Mono- and Bichromatic Line Arrangements in the Plane, *The 25th Canadian Conference on Computational Geometry (CCCG 2013)*, pp. 169–174, 2013/08/08–08/10.
 12. Toru Hasunuma, Toshimasa Ishii, Hirotaka Ono, Yushi Uno:
A Linear Time Algorithm for L(2, 1)-Labeling of Trees, *Algorithmica*, 66(3), 654–681, 2013.
 13. Yuichi Asahiro, Eiji Miyano, Toshihide Murata, Hirotaka Ono:
Optimal approximability of bookmark assignments, *Discrete Applied Mathematics*, 161(16–17), 2361–2366, 2013.
 14. Colin Cooper, Robert Elsasser, Hirotaka Ono, Tomasz Radzik:
Coalescing Random Walks and Voting on Connected Graphs, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 27(4), 1748–1758, 2013.
 15. Hirotaka Ono:
Recent Advances on Distance Constrained Labeling Problems, *Proceedings of First International Symposium on Computing and Networking (CANDAR)*, 26 – 29, 2013.

16. Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Yota Otachi:
On the Treewidth of Toroidal Graphs, *Proc. 16th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG2013)*, 76–77, 2013.
17. Tetsuo Asano, Kevin Buchin, Maike Buchin, Matias Korman, Wolfgang Mulzer, Günter Rote, André Schulz:
Memory-constrained algorithms for simple polygons, *Comput. Geom.*, 46(8), 959–969, 2013.
18. Tetsuo Asano, Amr Elmasry, Jyrki Katajainen:
Priority Queues and Sorting for Read-Only Data, *TAMC*, 32–41, 2013.
19. Tetsuo Asano, David G. Kirkpatrick:
Time-Space Tradeoffs for All-Nearest-Larger-Neighbors Problems, *WADS*, 61–72, 2013.
20. Yota Otachi:
The path-distance-width of hypercubes, *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, 33, 467–470, 2013.
21. Kyohei Kozawa, Yota Otachi, and Koichi Yamazaki:
Lower bounds for treewidth of product graphs, *Discrete Applied Mathematics*, 162, 251–258, 2014.
22. Meng Li, Yota Otachi, and Takeshi Tokuyama:
Efficient algorithms for network localization using cores of underlying graphs, *Theoretical Computer Science*, (掲載予定).
23. Jinhee Chun, Takashi Horiyama, Takehiro Ito, Natsuda Kaothanthong, Hirotaka Ono, Yota Otachi, Takeshi Tokuyama, Ryuhei Uehara, and Takeaki Uno:
Base-object location problems for base-monotone regions, *Theoretical Computer Science*, (掲載予定).
24. Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Katsuhisa Yamanaka, Shuji Kijima, Yoshio Okamoto, Hirotaka Ono, Yushi Uno, and Koichi Yamazaki:
Approximating the path-distance-width for AT-free graphs and graphs in related classes, *Discrete Applied Mathematics*, (掲載予定).
25. Yota Otachi and Pascal Schweitzer:
Isomorphism on subgraph-closed graph classes: a complexity dichotomy and intermediate graph classes, *Proc. 24th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2013)*, Lecture Notes in Computer Science 8283, 111–118, 2013.
26. Martin Balko, Pavel Klavík, and Yota Otachi:
Bounded representations of interval and proper interval graphs, *Proc. 24th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2013)*, Lecture Notes in Computer Science 8283, 535–546, 2013.
27. Akitoshi Kawamura, Sonoko Moriyama, and Yota Otachi:
On shortest barriers, *Proc. 16th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs*, 102, 2013.
28. Yota Otachi:
On low congestion spanning trees, *Proc. 8th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, 405–409, 2013.
29. Taisuke Izumi, Tomoko Izumi, Sayaka Kamei, Fukuhito Oosita:
Feasibility of Polynomial-time Randomized Gathering for Oblivious Mobile Robots, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, Vol.24, No.4, 716–723, 2013.
30. Taisuke Izumi and Hironobu Kanzaki:
Scalable Estimation of Network Average

Degree, *Proc. the 15th International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems (SSS2013)*, Vol.8255 of LNCS, 367–369, 2013.

研究会等

1. 大舘 陽太, Pascal Schweitzer:
Isomorphism on subgraph-closed graph classes: a complexity dichotomy and intermediate graph classes, *2013年度 冬の LA シンポジウム*, 2014 年 1 月 29 日.
2. 大舘 陽太:
On low congestion spanning trees, *KSMAP 研究会*, 2013 年 7 月 23 日.
3. 大舘 陽太, 河村 彰星, 森山 園子:
遮光線の長さについて, *2013 年度 夏の LA シンポジウム*, 志賀島, 2013 年 7 月 16 日.
4. Matsuo Konagaya, Yota Otachi, and Ryuhei Uehara:
Polynomial-Time Algorithms for Subgraph Isomorphism in Small Graph Classes of Perfect Graphs, *IPSJ SIG Technical Report*, 2013-AL-147-12, 2014/03/03-04.
5. 山田 武, 上原 隆平:
キャタピラグラフの独立点集合遷移問題に対する多項式時間アルゴリズム, *IPSJ SIG Technical Report*, 2013-AL-147-11, 2014/03/03-04.
6. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, and Ryuhei Uehara:
Zipper Unfolding of Simple Convex Polyhedra, *IPSJ SIG Technical Report*, 2013-AL-146-4, pp. 1-6, 2014/01/30-31.
7. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Takehiro Ito, Hirotaka Ono, and Ryuhei Uehara:
Algorithms for independent set reconfiguration problem on graphs, *IEICE Technical Report*, COMP2013-39, pp. 7-14, 2013/12/20-21.
8. Zachary Abel, Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Hiro Ito, Jack Snoeyink, and Ryuhei Uehara:
Bumpy Pyramid Folding Problem, *IPSJ SIG Technical Report*, 2013-AL-145-9, pp. 1-7, 2013/11/6-7.
9. Zachary Abel, Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Takashi Horiyama, and Ryuhei Uehara:
Computational Complexity of Piano-Hinged Dissections, *IPSJ SIG Technical Report*, 2013-AL-144-6, pp. 1-6, 2013/5/17-18.
10. Erik D. Demaine, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara, and Yushi Uno:
On Computational Complexity and an Integer Programming model of Shakashaka, *IEICE Technical Report*, COMP2013-8, pp. 43-48, 2012/4/24.
11. Ryuhei Uehara:
The Graph Isomorphism Problem on Geometric graphs, *The 2nd Pacific Rim Mathematical Association (PRIMA)*, 2013/06/24-28.
12. Ryuhei Uehara:
The graph isomorphism problem on graphs with geometric representations, *4th Biennial Canadian Discrete and Algorithmic Mathematics Conference (CanaDAM)*, 2013/06/10-2013/06/13.
13. Ryuhei Uehara:
On generation of graphs with geometric representations, *4th Biennial Canadian Discrete and Algorithmic Mathematics Conference (CanaDAM)*, 2013/06/10-2013/06/13.
14. Taisuke Izumi and Roger Wattenhofer:
On Complexity of Distributed Diameter Approximation, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, IEICE-COMP2013-69, (発表予定).

15. Daisuke Suzuki and Taisuke Izumi:
On Enumerating All Maximal Cliques in
Unit Disk Graphs, 電子情報通信学会コン
ピューテーション研究会, IEICE-COMP2013-
40, 15–20, 2013.
16. Koichi Wada and Taisuke Izumi:
On Parallel Complexity of MapReduce
Computation, 電子情報通信学会コンピュ
テーション研究会, IEICE-COMP2013-17,
143–147, 2013.

学会大会等

1. Daisuke Suzuki and Taisuke Izumi:
Enumerating All Maximal Cliques in Unit
Disk Graphs, *Scalable Estimation of Net-
work Average Degree*, 40th International
Conference on Current Trends in Theory
and Practice of Computer Science (SOF-
SEM2014), 2014.

B01: 最適化技法との融合による計算限界解析法の深化

研究代表者：	加藤 直樹	京都大学 工学研究科
研究分担者：	岩田 覚	東京大学 情報理工学系研究科
	岡本 吉央	電気通信大学 情報理工学研究科
	来嶋 秀治	九州大学 システム情報科学研究科
	神山 直之	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所
公募研究：	塩浦昭義	東北大学 情報科学研究科
		離散凸解析に基づく劣モジユラ最適化問題の計算 限界の解明 (課題番号 25106503)
研究員：	Rémy Belmonte	京都大学 工学研究科

開催した研究集会

1. ELC Seminar
期間: 2013 年 4 月 11 日
場所: 九州大学
講演者: Colin Cooper
2. ELC Seminar
期間: 2013 年 5 月 23 日
場所: 九州大学
講演者: Xavier Dahan
3. ELC Mini Workshop
期間: 2013 年 5 月 25 日および 26 日
場所: 東北大学
講演者: 来嶋秀治, 畑埜晃平, 内澤啓
4. ELC Workshop on Polyhedral Approaches:
Extension complexity and pivoting lower
bounds
期間: 2013 年 6 月 14 日から 19 日
場所: コミュニティー嵯峨野, 京都大学
講演者: Volker Kaibel, Sebastian Pokutta,
Kostya Pashkovich, Hans Tiwary, Bill
Cook, David Bremner
5. ELC Mini Workshop
期間: 2013 年 9 月 8 日
場所: 京都大学
講演者: 岡本吉央
6. ELC Seminar
期間: 2013 年 11 月 18 日
場所: 九州大学
講演者: Ralf Borndörfer
7. ELC Seminar
期間: 2013 年 11 月 22 日
場所: 九州大学
講演者: Ravi Montenegro
8. ELC Mini Workshop
期間: 2013 年 11 月 30 日および 12 月 1 日
場所: 東北大学
講演者: 正代隆義, 来嶋秀治, 畑埜晃平, 内澤
啓, 神山直之, 篠原歩
9. ELC Workshop on Inapproximability
期間: 2014 年 1 月 25 日および 16 日
場所: 電気通信大学
講演者: Nisheeth Vishnoi, Samuel Fiorini,
Danupon Nanongkai, Kenya Ueno, Michael
Lampis, Sevag Gharibian, Kiyohito Nagano
10. ELC Mini Workshop
期間: 2014 年 3 月 15 日
場所: 東京大学
講演者: 来嶋秀治, 神山直之

招聘研究者

1. Kanstantsin Pashkovich (Università degli Studi di Padova)
期間: 2013 年 6 月 12 日から 20 日
受入: 京都大学
2. Sergey Bereg (University of Texas at Dallas)
期間: 2013 年 9 月 21 日から 27 日
受入: 京都大学
3. Nanongkai Danupon (Brown University)
期間: 2014 年 1 月 24 日から 26 日および 2 月 7 日・8 日
受入: 京都大学
4. Nisheeth Vishnoi (Microsoft Research India)
期間: 2014 年 1 月 19 日から 27 日
受入: 京都大学
5. Sevag Gharibian (University of California, Berkeley)
期間: 2014 年 1 月 23 日から 2 月 1 日
受入: 京都大学
6. Samuel Fiorini (Universite Libre de Bruxelles)
期間: 2014 年 1 月 23 日から 1 月 27 日
受入: 京都大学

受賞

1. N. Katoh:
Outstanding Presentation Award, International Conference on Simulation Technology 2013, 2013 年 9 月.

アウトリーチ活動

1. 岡本 吉央:
近似アルゴリズムと数理計画法: 最近の進展, 数学セミナー, 2013 年 12 月号, pp. 23–27.
2. 岡本吉央:
決め方の決め方, 東京ジュニア科学塾, 2014 年 1 月 12 日.

著書

1. 室田一雄, 塩浦昭義:
離散凸解析と最適化アルゴリズム, 朝倉書店, 2013.
2. N. Katoh, A. Shioura, T. Ibaraki:
Resource Allocation Problems (in: P.M. Pardalos, D.-Z. Du, R.L. Graham (Eds.), Handbook of Combinatorial Optimization (2nd Ed.)), Springer, 2013.

学術論文

1. S. Iwata, N. Kamiyama, N. Katoh, S. Kijima, Y. Okamoto:
Extended formulations for sparsity matroids, arXiv:1403.7272 [math.CO], 2014.
2. S.-H. Hong, P. Eades, N. Katoh, G. Liotta, P. Schweitzer, Y. Suzuki:
A Linear Time Algorithm for Testing Maximal 1-planarity of Graphs with a Rotation System, *Theoretical Computer Science*, to appear.
3. S. Bereg, S.-H. Hong, N. Katoh, S.-H. Poon, S. Tanigawa:
On the Edge Crossing Properties of Euclidean Minimum Weight Laman Graphs, *ISAAC2013*, 33–43, 2013.
4. Y. Higashikawa, N. Kamiyama, N. Katoh, Y. Kobayashi:
An Inductive Construction of Minimally Rigid Body-Hinge Simple Graphs, *COCOA2013*, 165–177, 2013.
5. Y. Higashikawa, M. J. Golin, N. Katoh:
Minimax Regret Sink Location Problem in Dynamic Tree Networks with Uniform Capacity, *WALCOM2014*, 125–137, 2014.
6. Y. Higashikawa, J. Augustine, S. W. Cheng, M. J. Golin, N. Katoh, G. Ni, B. Su, Y. Xu:
Minimax Regret 1-Sink Location Problem in Dynamic Path Networks, *Theoretical Computer Science*, to appear.

7. S. Iwata, T. Jordan:
Orientations and detachments of graphs with prescribed degrees and connectivity, *Discrete Optimization*, to appear.
8. M. Cygan, H. Dell, D. Lokshtanov, D. Marx, J. Nederlof, Y. Okamoto, R. Paturi, S. Saurabh, M. Wahlström:
On problems as hard as CNF-SAT, , 投稿中.
9. M. Kobayashi, Y. Okamoto:
Submodularity of minimum-cost spanning tree games, *Networks*, to appear.
10. Y. Otachi, T. Saitoh, K. Yamanaka, S. Kijima, Y. Okamoto, H. Ono, Y. Uno, K. Yamazaki:
Approximating the path-distance-width for AT-free graphs and graphs in related classes, *Discrete Applied Mathematics*, to appear.
11. T. Umesato, T. Saitoh, R. Uehara, H. Ito, Y. Okamoto:
The complexity of the stamp folding problem, *Theoretical Computer Science*, 497, 13–19, 2013.
12. S. W. Bae, M. Korman, Y. Okamoto:
The geodesic diameter of polygonal domains, *Discrete & Computational Geometry*, 50, 306–329, 2013.
13. L. Barba, O. Cheong, J.-L. De Carufel, M. G. Dobbins, R. Fleischer, A. Kawamura, M. Korman, Y. Okamoto, J. Pach, Y. Tang, T. Tokuyama, S. Verdonchot, T. Wang:
Weight balancing on boundaries and skeletons, *SoCG2014*, to appear.
14. Z. Abel, R. Connelly, S. Eisenstat, R. Fulek, F. Morić, Y. Okamoto, T. Szabó, C. Tóth:
Free edge lengths in plane graphs, *SoCG2014*, to appear.
15. L. Barth, S. I. Fabrikant, S. G. Kobourov, A. Lubiw, M. Nöllenburg, Y. Okamoto, S. Pupyrev, C. Squarcella, T. Ueckerdt, A. Wolff:
Semantic word cloud representations: hardness and approximation algorithms, *LATIN2014*, 514–525, 2014.
16. S. W. Bae, M. Korman, Y. Okamoto, H. Wang:
Computing the L_1 geodesic diameter and center of a simple polygon in linear time, *LATIN2014*, 120–131, 2014.
17. Y. Okamoto, Y. Tatsu, Y. Uno:
Exact and fixed-parameter algorithms for metro-line crossing minimization problems, *GD2013*, 520–521, 2013.
18. E. D. Demaine, Y. Okamoto, R. Uehara, Y. Uno:
Computational complexity and an integer programming model of Shakashaka, *CCCG2013*, 4 pages, 2013.
19. E. D. Demaine, Y. Okamoto, R. Uehara, Y. Uno:
Computational complexity and an integer programming model of Shakashaka, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, to appear.
20. T. Horiyama, M. Kiyomi, Y. Okamoto, R. Uehara, T. Uno, Y. Uno, Y. Yamauchi:
Sankaku-Tori: An Old Western-Japanese Game Played on a Point Set, *FUN 2014*, to appear.
21. K. Yamanaka, E. D. Demaine, T. Ito, J. Kawahara, M. Kiyomi, Y. Okamoto, T. Saitoh, A. Suzuki, K. Uchizawa, T. Uno:
Swapping Labeled Tokens on Graphs, *FUN 2014*, to appear.
22. S. Kijima:
Randomness in algorithm design, *Journal of Physics: Conference Series*, 473, 012014, 2013.

23. T. Sasaki, Y. Yamauchi, S. Kijima, M. Yamashita:
Mobile Byzantine agreement on arbitrary network, *OPODIS2013*, 236–250, 2013.
24. X. Xu, Y. Yamauchi, S. Kijima, M. Yamashita:
Space complexity of self-stabilizing leader election in population protocol based on k -interaction, *SSS2013*, 86–97, 2013.
25. N. Kamiyama:
The fault-tolerant facility location problem with submodular penalties, *MI Preprint Series (Kyushu University)*, 2013-15, 2013.
26. N. Kamiyama:
Arborescence problems: Theorems and algorithms, *Interdisciplinary Information Sciences*, to appear.
27. K. Murota, A. Shioura:
Dijkstra’s algorithm and L-concave function maximization, *Mathematical Programming*, to appear.
28. N. V. Shakhlevich, A. Shioura, V. A. Strusevich:
A submodular optimization approach to di-criteria scheduling problems with controllable processing times on parallel machines, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 27 (1), 186–204, 2013.
29. J. Chun, A. Shioura, T. M. Tien, T. Tokuyama:
A unified view to greedy geometric routing algorithms in ad hoc networks, *IEICE Transactions on Fundamentals*, to appear.
30. K. Murota, A. Shioura, Z. Yang:
Computing a Walrasian equilibrium in iterative auctions with multiple differentiated items, *ISAAC2013*, 468–478, 2013.
31. P. Hegghernes, P. van’t Hof, A. Rafiey, R. Saei:

Graph classes and Ramsey numbers, *Discrete Applied Mathematics*, to appear.

研究会等

1. S. Iwata:
Submodular functions, The 4th Cargese Workshop on Combinatorial Optimization, 2013 年 9 月.
2. E. Demaine, 岡本吉央, 上原隆平, 宇野裕之:
ペンシルパズル「シャカシャカ」の計算複雑さと整数計画モデル, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 2013 年 4 月.
3. L. Barba, J.-L. De Carufel, R. Fleisher, A. Kawamura, M. Korman, Y. Okamoto, Y. Tang, T. Tokuyama, S. Verdonschot, T. Wang:
Geometric Weight Balancing, *AAAC2013*, 2013 年 4 月.
4. Y. Okamoto:
Efficient Enumeration of the Directed Binary Perfect Phylogenies from Incomplete Data, *Shonan Meeting “Parameterized Complexity and the Understanding, Design and Analysis of Heuristics”*, 2013 年 5 月.
5. Y. Okamoto:
Geometric Weight Balancing, *6th Combinatorial Algorithms Day*, 2013 年 6 月.
6. Y. Okamoto:
Efficient Enumeration of the Directed Binary Perfect Phylogenies from Incomplete Data, *Dagstuhl Seminar 13391 “Algorithm Engineering”*, 2013 年 9 月.
7. 岡本吉央:
計算複雑性にまつわる 10 の誤解, オペレーションズリサーチ学会北海道支部サマースクール 2013, 2013 年 8 月.
8. L. Barba, J.-L. De Carufel, R. Fleischer, A. Kawamura, M. Korman, Y. Okamoto,

- Y. Tang, T. Tokuyama, S. Verdonchot, T. Wang:
The inverse barycenter problem, *JCDCG² 2013*, 2013 年 9 月.
9. M. Kiyomi, Y. Okamoto, Y. Otachi:
On the treewidth of toroidal grids, *JCDCG² 2013*, 2013 年 9 月.
 10. Y. Okamoto:
Theory of Computation and Its View to Science, *KAIST Computer Science & WebST Colloquium Fall 2013*, 2013 年 11 月.
 11. 岩田覚, 神山直之, 加藤直樹, 来嶋秀治, 岡本吉央:
疎性マトロイドの拡張定式化, 研究集会「最適化: モデリングとアルゴリズム」, 2014 年 3 月.
 12. 来嶋秀治:
確率と計算, 第 16 回情報論的学習理論ワークショップ, 2013 年 11 月.
 13. S. Kijima:
Randomness in algorithm design, ELC Workshop on Randomness and Probability Through Computability, 2013 年 5 月.
 14. 佐々木徹, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
移動ビザンチン合意アルゴリズムのための高信頼性伝送アルゴリズム, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 1 月.
 15. 久保浩平, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
全域木混雑度問題に対する LP 緩和について, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 1 月.
 16. 平川瑞樹, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
最適選好マッチングの端点集合の構造について, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 1 月.
 17. 松永直也, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
単位区間グラフにおける巡回セールスマン問題の定式化, 日本 OR 学会九州支部 第 4 回若手 OR 研究交流会, 2013 年 10 月.
 18. K. Kubo, Y. Yamauchi, S. Kijima, M. Yamashita:
On approximation of normalized compression distance by tree metric for clustering, WAAC 2013, 2013 年 7 月.
 19. M. Hirakawa, Y. Yamauchi, S. Kijima, M. Yamashita:
Any max-cardinality popular matching in a stable marriage problem consists of the same people, *JH 2013*, 2013 年 6 月.
 20. 平川瑞樹, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
安定結婚問題における最大最適選好マッチングの頂点集合の一意性, アルゴリズム研究会, 2013 年 5 月.
 21. 神山直之:
劣モジュラ罰則付き耐故障性施設配置問題, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 2 月.
 22. 神山直之:
最適化手法と計算限界解析: 双対性と整数性, ELC 計算量理論の秋学校, 2013 年 9 月.
 23. 塩浦昭義:
複数財の競り上げ式オークションにおけるワルラス均衡の計算: 離散凸解析に基づく計算量解析, OR 横断若手の会, 2013 年 7 月.
 24. 塩浦昭義:
L 凸関数の最小化: 離散凸解析から広がる世界, 研究集会「最適化の理論と応用 – 未来を担う若手研究者の集い 2013–」, 2013 年 6 月.

学会大会等

1. 岡本吉央:
平面グラフにおける辺長の自由性, 日本数学会 2014 年度年会, 2014 年 3 月.
2. 松川理拓, 山内由紀子, 来嶋秀治, 山下雅史:
トップダウンな回転手法を用いたスプレー木の実験的性能評価, 電気関係学会九州支部連合大会, 2013 年 9 月.

B02: 大規模数理計画による計算限界解析法の展開

研究代表者:	David Avis	京都大学 大学院 情報学研究科 & McGill University
研究分担者:	天野 一幸 上野 賢哉	群馬大学 大学院 工学研究科 京都大学 白眉センター
連携研究者:	青野 良範	情報通信研究機構
研究協力者:	福田 公明 Antoine Deza Oliver Friedmann Samuel Fiorini Hans Raj Tiwary	ETH Zurich McMaster University University of Munich Universite Libre de Bruxelles Charles University
公募研究:	森山 園子	東北大学 大学院 情報科学研究科 線形相補性問題の計算限界への挑戦 (課題番号 25106505)

開催した研究集会

1. ELC Workshop on Polyhedral Approaches:
Extension complexity and pivoting lower bounds

期間: 2013 年 6 月 14 日 ~ 6 月 19 日

場所: 京都市右京区コミュニティ嵯峨野,
京都大学百周年時計台記念館

講演者: Volker Kaibel (University Magdeburg), Sebastian Pokutta (Georgia Institute of Technology), Kostya Pashkovich (Padua University), Hans Raj Tiwary (Charles University), William Cook (University of Waterloo), David Bremner (University of New Brunswick)

期間: 2013 年 6 月 11 日 ~ 6 月 12 日

受入: 東京大学

3. Hans Raj Tiwary (Charles University)

期間: 2014 年 1 月 28 日 ~ 2 月 13 日

受入: 京都大学

アウトリーチ活動

1. 上野賢哉:
線形計画法と計算限界 (小特集 計算限界の解明への多面的アプローチ —P vs NP に向けた最前線—), 電子情報通信学会会誌 96(9), 675-678, 2013 年 9 月.
2. 森山 園子:
放送大学科目「コンピューティング—原理とその展開—」ラジオ出演 8. 計算量, 2013 年 10 月 15 日 (2015 年から放送予定) .

招聘研究者

1. 福田 公明 (ETH Zurich)
期間: 2013 年 6 月 7 日 ~ 6 月 20 日
受入: 京都大学
2. David Bremner (University of New Brunswick)

学術論文

1. David Avis, Hiroyuki Miyata, Sonoko Moriyama:
Families of polytopal digraphs that do not

satisfy the shelling property, *Computational Geometry*, 46(3), 382-393, 2013.

2. David Avis, Hans Raj Tiwary:
On the extension complexity of combinatorial polytopes, *Proc. 40th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2013)*, LNCS 7965, 57-68, 2013.
3. David Avis, Gary Roumanis:
A Portable Parallel Implementation of the lrs Vertex Enumeration Code, *Proc. 7th Annual International Conference on Combinatorial Optimization and Applications (COCOA 2013)*, LNCS 8287, 414-429, 2013.
4. David Avis, Kazuo Iwama, Daichi Paku:
Reputation games for undirected graphs, *Discrete Applied Mathematics*, 166, 1-13, 2014.
5. Kazuyuki Amano:
On Extremal k-CNF Formulas, *European Journal of Combinatorics*, 35, 39-50, 2014.
6. Kazuyuki Amano:
Some Improved Bounds on Communication Complexity via New Decomposition of Cliques, *Discrete Applied Mathematics*, 166, 249-254, 2014.
7. Kenya Ueno:
Breaking the Rectangle Bound Barrier against Formula Size Lower Bounds, *International Journal of Foundations of Computer Science*, 24(8), 1339-1354, 2013.
8. Yoshinori Aono:
Minkowski Sum Based Lattice Construction for Multivariate Simultaneous Copersmith's Technique and Applications to RSA, *Proc. 18th Australasian Conference on Information Security and Privacy (ACISP 2013)*, LNCS 7959, 88-103, 2013.
9. Yoshinori Aono, Xavier Boyen, Le Trieu Phong, Lihua Wang:
Key-Private Proxy Re-encryption under LWE, *Proc. 14th International Conference on Cryptology in India (INDOCRYPT 2013)*, LNCS 8250, 1-18, 2013.
10. Komei Fukuda, Hiroyuki Miyata and Sonoko Moriyama:
Complete enumeration of small realizable oriented matroids, *Discrete and Computational Geometry*, 49(2), 359-381, 2013.
11. Andrew Baker, Antoine Deza, Frantisek Franek:
A computational framework for determining run-maximal strings, *Journal of Discrete Algorithms*, 20, 43-50, 2013.
12. Oliver Friedmann:
A superpolynomial lower bound for strategy iteration based on snare memorization, *Discrete Applied Mathematics*, 161(10-11), 1317-1337, 2013.
13. Oliver Friedmann, Martin Lange:
Deciding the unguarded modal μ -calculus, *Journal of Applied Non-Classical Logics*, 23(4), 353-371, 2013.
14. Oliver Friedmann, Felix Klaedtke, Martin Lange:
Ramsey Goes Visibly Pushdown, *Proc. 40th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2013)*, LNCS 7966, 224-237, 2013.
15. Therese C. Biedl, Stephane Durocher, Celine Engelbeen, Samuel Fiorini, Maxwell Young:
Faster optimal algorithms for segment minimization with small maximal value, *Discrete Applied Mathematics*, 161(3), 317-329, 2013.
16. Samuel Fiorini, Gwenael Joret, David R. Wood:
Excluded Forest Minors and the Erdos-Posa Property., *Combinatorics, Probability & Computing*, 22(5), 700-721, 2013.

17. Jean Cardinal, Samuel Fiorini, Gwenael Joret, Raphael M. Jungers, J. Ian Munro:
Sorting under partial information (without the ellipsoid algorithm), *Combinatorica*, 33(6), 655-697, 2013.
18. Nancy E. Clarke, Samuel Fiorini, Gwenael Joret, Dirk Oliver Theis:
A Note on the Cops and Robber Game on Graphs Embedded in Non-Orientable Surfaces, *Graphs and Combinatorics*, 30(1), 119-124, 2014.

研究会等

1. 上野賢哉:
計算複雑さへの招待 (3): 数理計画法から攻める計算限界 (チュートリアル講演), 電子情報通信学会 コンピューテーション研究会, 2013 年 6 月 24 日.
2. Kenya Ueno:
Inapproximability of Linear Programs for the Universal Relation, *ELC Workshop on Inapproximability*, 2014 年 1 月 25 日.
3. 重田 真那実, 天野 一幸:
Ordered Biclique Partition と通信計算量, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 1 月 29 日.

学会大会等

1. 上野賢哉:
劣加法性で横断する最適化から計算限界, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 第 25 回 RAMP シンポジウム, 2013 年 10 月 30 日.

B03: 計算限界解析法から革新的データ構造化技術への展開

研究代表者： 徳山 豪 東北大学 大学院 情報科学研究科
研究分担者： 宇野 毅明 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
 渋谷 哲朗 東京大学 医科学研究所
 堀山 貴史 埼玉大学 情報メディア基盤センター
連携研究者： 定兼 邦彦 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
公募研究： 山中 克久 岩手大学 工学部
 列举的なアプローチによる計算限界解明
 (課題番号 25106502)
伊藤 健洋 東北大学 大学院 情報科学研究科
 解空間の直径に基づく計算限界解析アプローチの
 構築 (課題番号 25106504)

開催した研究集会

1. ELC Mini-Workshop (B03)

期間: 2013 年 8 月 16 日 ~ 8 月 17 日

場所: 開催場所: 奈良県 奈良市 やまと会
議室

講演者: 徳山豪 (東北大学), 宇野毅明 (NII),
渋谷哲朗 (東京大学), 堀山貴史 (埼玉大学),
定兼邦彦 (NII), 山中克久 (岩手大学)

最適化を用いた大規模データの k -匿名化手法.

2. 伊藤 健洋:

財団法人 電気通信工学振興会 平成 25 年度
(第 3 回) RIEC Award 東北大学研究者賞,
2013 年 11 月 21 日.

解空間の遷移性に基づく新しいアルゴリズム
開発.

3. 和佐 州洋, 有村 博紀, 宇野 毅明, 平田 耕一:

人工知能学会 研究会優秀賞, 2013 年 6 月.
超グラフ中に含まれる非巡回部分超グラフの
効率よい列挙.

4. 北島 聡, 羽室 行信, 中原 孝信, 宇野 毅明:

経営科学系研究部会連合協議会平成 25 年度
データ解析コンペティション スキャンパネ
ル一般部門 最優秀賞, 2014 年 3 月.

招聘研究者

1. Cam Tu Nguyen (南京大学)

期間: 2013 年 5 月 29 日 ~ 6 月 1 日

受入: 東北大学

2. Want Xiao Liang (南京大学)

期間: 2013 年 5 月 29 日 ~ 6 月 1 日

受入: 東北大学

3. Sang Won Bae (京畿大学)

期間: 2013 年 12 月 22 日 ~ 12 月 27 日

受入: 東北大学

アウトリーチ活動

1. 徳山豪:

計算限界の解明 —その意義とシナリオ (前
編), 情報処理, 2013 年 4 月号, pp. 374–384,
2013 年 4 月.

2. 徳山豪:

計算限界の解明 —その意義とシナリオ (後

受賞

1. 村上 啓介, 宇野 毅明:

人工知能学会 研究会優秀賞, 2013 年 6 月.

- 編), 情報処理, 2013 年 5 月号, pp. 528–538, 2013 年 5 月.
3. Takeaki Uno:
Data Oriented Approach for Pattern Mining —toward a paradigm shift— (Invited talk), Colloque sur l’Optimisation et les Systemes d’Information, 2013 年 6 月 11 日.
 4. 徳山豪:
データ圧縮と構造化: 理論革新とその未来, E-サイエンスに向けた革新的アルゴリズム基盤第 4 回シンポジウム, 2013 年 6 月 12 日.
 5. Takeaki Uno:
Frequent String Mining from Large Scale Noisy Data (Invited talk), COSI2013 workshop, Data mining day, 2013 年 6 月 12 日.
 6. 宇野毅明:
ゲノム類似検索とこれからの基礎情報処理について (招待講演), 日本学術振興会光ネットワーク第 171 研究会 7 月研究会, 2013 年 7 月 19 日.
 7. 徳山豪:
計算限界の解明 —現代の鳥瞰, 電子情報通信学会誌, 2013 年 9 月号, pp. 672–674, 2013 年 9 月.
 8. 宇野毅明:
データ粒子化による次世代マイニング技術と多様性を網羅する人間行動データの解析 (招待講演), 日本オペレーションズ・リサーチ学会中部支部シンポジウム, 2013 年 9 月 20 日.
 9. 徳山豪:
理論計算機科学への招待, 科学者の卵プロジェクト (スクール講演), 2013 年 10 月 19 日.
 10. 宇野毅明:
ネットワークデータに対する高速列挙型解析手法 (招待講演), 化学と情報学の融合: 13C-NMR 化学シフト・分子構造予測システム CAST/CNMR の開発と展開, 2013 年 11 月 8 日.
 11. 堀山貴史:
展開図のフシギ, ELC サイエンスカフェ「計算の限界って?」 (講師), 2013 年 11 月 12 日.
 12. 山中克久:
あみだくじゲーム, ELC サイエンスカフェ「計算の限界って?」 (講師), 2013 年 11 月 12 日.
 13. Takeshi Tokuyama:
Balancing location of points on Boundary (招待チュートリアル講演), National Chunh Hsing University, 2013 年 11 月 12 日.
 14. 宇野毅明:
ビッグデータ、光 NW への期待 (招待講演), 次世代フォトニックスイッチング・フォーラム, 2013 年 11 月 21 日.
 15. 宇野毅明:
多様性の獲得に向けた次世代マイニング技術 (招待講演), 文部科学省 数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ「グラフビッグデータ」, 2013 年 12 月 6 日.
 16. 宇野毅明:
生態学におけるビッグデータの利用法、その勘所 (招待講演), 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日.
 17. Takeshi Tokuyama:
Focusing on Close Interactions and Tackling Theoretical Computer Science, JST Asia Science and Technology Portal, 2014 年 3 月 27 日.
 18. 徳山豪:
数学を利用する感覚 (リレー連載: 数学的な感覚の探究 —思考法の源を探る第 15 回), 数理科学 No. 610, 2014 年 4 月号, pp. 59–64, 2014 年 4 月.

著書

1. Sudebkumar Prasant Pal, Kunihiko Sadakane (Eds):

Algorithms and Computation — 8th International Workshop (WALCOM 2014), LNCS 8344, Springer, 2014.

学術論文

1. Cam-Tu Nguyen, Natsuda Kaothanthong, Takeshi Tokuyama, Xuan Hieu Phan:
A feature-word-topic model for image annotation and retrieval, *ACM Transaction on WEB*, 7(3): 12, 2013.
2. Jinhee Chun, Natsuda Kaothanthong, Takeshi Tokuyama:
Classified-Distance Based Shape Descriptor for Application to Image Retrieval, *In Proc. of Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP)*, (2), 1–8, 2013.
3. Takeaki Uno, Ryuhei Uehara, Shin-ichi Nakano:
Bounding the Number of Reduced Trees, Cographs, and Series-Parallel Graphs by Compression, *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications*, 5(2), 1360001–1350014, 2013 年 6 月.
4. Shin-Ichi Nakano, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno:
Efficient Algorithms for a Simple Network Design Problem, *Networks*, 62(2), 95–104, 2013.
5. Taku Onodera, Tetsuo Shibuya:
The Gapped Spectrum Kernel for Support Vector Machines, *In Proc. of Machine Learning and Data Mining (MLDM 2013)*, LNCS 7988, 1–15, 2013 年 7 月.
6. Atsushi Takizawa, Yasufumi Takechi, Akio Ohta, Naoki Katoh, Takeru Inoue, Takashi Horiyama, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato:
Enumeration of region partitioning for evacuation planning based on ZDD, *In Proc. of the 11th International Symposium on Operations Research and its Applications in engineering, technology and management (ISORA 2013)*, 64–71, 2013 年 8 月.
7. Yuichi Asahiro, Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Eiji Miyano:
Complexity of Finding Maximum Regular Induced Subgraphs with Prescribed Degree, *In Proc. of the 19th International Symposium on Fundamentals of Computation Theory (FCT 2013)*, LNCS 8070, 28–39, 2013.
8. Hee-Kap Ahn, Sang Won Bae, Otfried Cheong, Joachim Gudmundsson, Takeshi Tokuyama, Antoine Vigneron:
A Generalization of the Convex Kakeya Problem, *Algorithmica*, doi:10.1007/s00453-013-983, 2013 年 9 月.
9. Jinhee Chun, Ricardo Gonzalo and Takeshi Tokuyama:
Space-efficient and data-sensitive polygon reconstruction algorithms from visibility angle information, *In Proc. of the 24th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2013)*, LNCS 8283, 22–32, 2013 年 12 月.
10. Mamadou Moustapha Kante, Vincent Limouzy, Arnaud Mary, Lhouari Nourine, Takeaki Uno:
On the Enumeration and Counting of Minimal Dominating sets in Interval and Permutation Graphs, *In Proc. of the 24th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2013)*, LNCS 8283, 339–349, 2013 年 12 月.
11. Takashi Horiyama, Wataru Shoji:
The Number of Different Unfoldings of Polyhedra, *In Proc. of the 24th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2013)*, LNCS 8283, 623–633, 2013 年 12 月.
12. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine,

- Nicholas J. A. Harvey, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno:
UNO is hard, even for a single player, *Theoretical Computer Science*, 521, 51–61, 2014.
13. Taku Okada, Akira Suzuki, Takehiro Ito, Xiao Zhou:
On the Minimum Caterpillar Problem in Digraphs, *IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E97-A (3), 848–857, 2014.
 14. Takehiro Ito, Marcin Kamiński, Hirotaka Ono, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Katsuhisa Yamanaka:
On the Parameterized Complexity for Token Jumping on Graphs, *In Proc. of the 11th Annual Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC 2014)*, LNCS 8402, 341–351, 2014.
 15. Keisuke Murakami, Takeaki Uno:
Efficient algorithms for dualizing large-scale hypergraphs, *Discrete Applied Mathematics*, to appear, 2014.
 16. Jinil Kim, Peter Eades, Rudolf Fleischer, Seok-Hee Hong, Costas S. Iliopoulos, Kunsu Park, Simon J. Puglisi, Takeshi Tokuyama:
Order Preserving Matching, *Theoretical Computer Science*, to appear, 2014.
 17. Jinhee Chun, Takashi Horiyama, Takehiro Ito, Natsuda Kaothanthong, Hirotaka Ono, Yota Otachi, Takeshi Tokuyama, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno:
Base-Object Location Problems for Base-Monotone Regions, *Theoretical Computer Science*, to appear, 2014.
 18. Katsuhisa Yamanaka, Shin-ichi Nakano:
Efficient enumeration of all ladder lotteries with k bars, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, to appear, 2014.
 19. Kei Uchizawa, Takanori Aoki, Takehiro Ito, Xiao Zhou:
Generalized Rainbow Connectivity of Graphs, *Theoretical Computer Science*, to appear, 2014.
 20. Katsuhisa Yamanaka, Erik D. Demaine, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Kei Uchizawa, Takeaki Uno:
Swapping Labeled Tokens on Graphs, *In Proc. of the 7th International Conference on FUN with Algorithms*, LNCS, to appear, 2014.
 21. Takashi Horiyama, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno, Yukiko Yamauchi:
Sankaku-Tori: An Old Western-Japanese Game Played on a Point Set, *In Proc. of the 7th International Conference on FUN with Algorithms*, LNCS, to appear, 2014.
 22. Zachary Abel, Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Takashi Horiyama, Ryuhei Uehara:
Computational Complexity of Piano-Hinged Dissections, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, to appear, 2014.

研究会等

1. Jinhee Chun, Ricardo Gonzalo and Takeshi Tokuyama:
Space-efficient and data-sensitive polygon reconstruction algorithms from visibility angle information, 電子情報通信学会技術報告, vol. 113, no. 14, COMP2013-5, 27–31, 2013 年 4 月.
2. 小池敦, 定兼邦彦, Hoa Vu:
AGPU モデルでの並列ソートアルゴリズムの計算量について, 電子情報通信学会技術報告, COMP2013-13, 75–80, 2013 年 5 月.

3. Katsuhisa Yamanaka, Shin-ichi Nakano:
Another optimal binary representation of
mosaic floorplans, 情報処理学会アルゴリズム
研究会, 2013-AL-144(11), 2013 年 5 月.
4. Tran Phuong Nhung, Cam-Tu Nguyen,
Jinhee Chun, Ha Vu Le and Takeshi
Tokuyama:
A Multiple Instance Learning Approach to
Image Annotation with Saliency Map, *In
Proc. of the International Conference on
Knowledge Discovery and Information Re-
trieval (KDIR)*, 2013.
5. Jinhee Chun, Natsuda Kaothanthong and
Takeshi Tokuyama:
Correspondence Finder using Classified
Distance Distribution for Efficient Shape
Retrieval, *In Proc. of the 16th Korea-Japan
Joint Workshop on Algorithms and Compu-
tation (WAAC 2013)*, 2013.
6. 江藤宏, 朝廣雄一, 伊藤健洋, 宮野英次:
弦グラフにおける最大正則誘導部分グラフ探
索問題の多項式時間アルゴリズム, 夏の LA
シンポジウム, 2013 年 7 月.
7. Yutaka Nagahata, Hiroshi Teramoto,
Takashi Horiyama, Chun-Biu Li, Tamiki
Komatsuzaki:
Identifying the most distinct disjoint sets
to extract hierarchical structure in Markov
chain steady state network extracted
from time series by finding “minimum”
transition probability, *A Symposium on
Single Molecule Biophysics and Cyt c Bio-
chemistry*, 2013 年 8 月.
8. 朝廣雄一, 伊藤健洋, 江藤宏, 宮野英次:
次数指定した最大正則誘導部分グラフ探索問
題, 電子情報通信学会技術報告, COMP2013-
31, 43–50, 2013 年 9 月.
9. Zachary Abel, Erik D. Demaine, Martin
L. Demaine, Takashi Horiyama, Ryuhei
Uehara:
Computational Complexity of Piano-
Hinged Dissections, 情報処理学会アルゴリ
ズム研究会, 2013-AL-144(6), 1–6, 2013 年
11 月.
10. Taku Onodera, Kunihiko Sadakane, Tetsuo
Shibuya:
Detecting Superbubbles in Assembly
Graphs, 情報処理学会バイオ情報学研究会,
2013-BIO-35(4), 2013 年 9 月.
11. Katsuhisa Yamanaka, Shin-ichi Nakano:
Uniformly random generation of floorplans,
情報処理学会アルゴリズム研究会, 2013-AL-
145(12), 2013 年 11 月.
12. 小池敦, 定兼邦彦:
GPU を用いた並列ソートアルゴリズムの実
装と評価, 情報処理学会アルゴリズム研究会,
2013-AL-145(16), 2013 年 11 月.
13. 中原孝信, 宇野毅明, 羽室行信:
マイクロクラスタリングを用いた単語分類と
トピック検知, 情報処理学会アルゴリズム研
究会, 2013-AL-145(27), 2013 年 11 月.
14. Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, 伊藤
健洋, 小野廣隆, 上原隆平:
グラフの独立点集合遷移問題に対するア
ルゴリズム, 電子情報通信学会技術報告,
COMP2013-39, 7–14, 2013 年 12 月.
15. 宇野毅明, 中原孝信, 前川浩基, 羽室行信:
データ研磨によるクリーク列挙クラスタリ
ング, 情報処理学会アルゴリズム研究会, 2014-
AL-146(2), 2014 年 1 月.
16. Takashi Horiyama, Shogo Yamane:
Enumerating Polyominoes of p4 Tiling Re-
visited, *LA symposium*, 15.1–15.6, 2014 年 1
月.
17. 大日野肇, 伊藤健洋, 鈴木顕, 内澤啓, 周曉:
グラフの経路固定サーバ割当問題に関する研
究, 冬の LA シンポジウム, 2014 年 1 月.
18. 堀山貴史, 古岡泰成:
正多面体の展開図のパッキング問題について,

第9回組合せゲーム・パズル研究集会, 2014年2月.

19. 堀山貴史, 清見礼, 岡本吉央, 上原隆平, 宇野毅明, 宇野裕之, 山内由紀子:
三角取りの多項式時間解法とNP完全性の研究, 第9回組合せゲーム・パズル研究集会, 2014年2月.
20. Takeaki Uno:
Toward Constant Time Enumeration, 第147回情報処理学会アルゴリズム研究会, 2014-AL-147(17), 2014年3月.
21. Jun-ichi Koide, Katsuhisa Yamanaka, Takashi Hirayama, Yasuaki Nishitani:
Constant-time delay generation of based plane triangulations, 電子情報通信学会技術報告, 2014年3月.
22. 江藤宏, 朝廣雄一, 伊藤健洋, 宮野英次:
弦2部グラフにおける正則誘導部分グラフ探索問題, 情報処理学会九州支部 火の国情報シンポジウム, 2A-1, 2014年3月.
23. Katsuhisa Yamanaka, Erik D. Demaine, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Kei Uchizawa, Takeaki Uno:
Swapping labeled tokens on graphs, 電子情報通信学会技術報告, 2014年4月(発表予定).

学会大会等

1. Jinil Kim, Peter Eades, Rudolf Fleischer, Seok-Hee Hong, Costas S. Iliopoulos, Kunsoo Park, Simon J. Puglisi, Takeshi Tokuyama:
Order Preserving Matching, *In Proc. of the 6th Asian Association for Algorithms and Computation Annual Meeting (AAAC 2013)*, 6, 2013年4月.
2. Yuki Hagiwara, Takashi Horiyama, Yushi Uno:
ZDD-Based Approach to Solving Tantrix, *In Proc. of the 6th Asian Association for*

Algorithms and Computation Annual Meeting (AAAC 2013), 15, 2013年4月.

3. Jinhee Chun, Natsuda Kaothanthong and Takeshi Tokuyama:
Shape Description using Classified Distances, *In Proc. of the 6th Asian Association for Algorithms and Computation Annual Meeting (AAAC 2013)*, 29, 2013年4月.
4. Ricardo Gonzaro and Takeshi Tokuyama:
Space-efficient polygon reconstruction from visibility angle information, *In Proc. of the 6th Asian Association for Algorithms and Computation Annual Meeting (AAAC 2013)*, 35, 2013年4月.
5. Tetsuo Shibuya:
Fast Indexing Methods for Protein 3-D Structure Searching, *NII Shonan Seminar 29: Compact Data Structures for Big Data*, 2013年9月.
6. 瀧澤重志, 武知祥史, 大田章雄, 中野浩太郎, 加藤直樹, 井上武, 堀山貴史, 川原純, 湊真一:
ZDDを用いた都市の避難所割り当ての列挙, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2013年秋季研究発表会, 1-D-4, 2013年9月.
7. Tetsuo Shibuya:
Designing Faster Algorithms For Big Data, *UK-Japan Workshop on Big Data*, 2014年2月.
8. Katsuhisa Yamanaka, Shin-ichi Nakano:
Uniformly random generation of floorplans, スケジューリング・シンポジウム 2013 講演論文集, 95–100, 2013年9月.

C01: 統計力学からの計算限界解明へのアプローチ

研究代表者： 渡辺 治 東京工業大学 情報理工学研究所
研究分担者： 伊東 利哉 東京工業大学 像情報工学研究所
小柴 健史 埼玉大学 理工学研究科
山本 真基 成蹊大学 情報科学科
安藤 映 崇城大学 情報学部
連携研究者： 樺島 祥介 東京工業大学 総合理工研究科
福島 孝治 東京大学 総合文化研究科
公募研究： 永田 賢二 東京大学 新領域創成科学研究科
統計力学的アプローチによる機械学習の計算限界
解明アルゴリズム開発 (課題番号 25106506)

開催した研究集会

1. ELC International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG2013)
期間: 2013 年 7 月 28 日～30 日
場所: 北海道大学
国際会議
2. ELC Mini Workshop on Computation and Statistical Physics (C01)
期間: 2013 年 8 月 1 日
場所: CELC
講演者: Erik Aurell (KTH, Sweden), Pinyang Lu (Microsoft, China)
3. ELC Seminar (C01, A01)
期間: 2013 年 9 月 27 日
場所: CELC
講演者: S. Muller (ELC C01, Japan), N. Chen (Nanyan Tech. Univ., Singapore), X. Bei (Nanyan Tech. Univ., Singapore)
4. ELC Seminar (C01)
期間: 2013 年 10 月 17 日
場所: CELC
講演者: O. Watanabe (Tokyo Tech., Japan), A. Bogdanov (Chinese Univ. of Hong Kong, Hong Kong)

5. ELC Mini Workshop on Computation and Statistical Physics (C01)
期間: 2013 年 11 月 7 日
場所: CELC
講演者: H. Huang (Tokyo Tech., Japan), M. Vehkaperä (Aalto Univ., Finland)
6. ELC・岡田新学術領域合同シンポジウム／公募説明会
期間: 2013 年 9 月 20 日
場所: 九州大学, 伊都キャンパス

招聘研究者

1. S. Boettcher (Emory University, USA)
期間: 2013 年 7 月 27 日～7 月 31 日
受入: 北海道大学 (ICSG 2013)
2. F. Krzakala (ESPCI ParisTech, France)
期間: 2013 年 7 月 27 日～7 月 31 日
受入: 北海道大学 (ICSG 2013)
3. H.G. Katzgraber (ETH Zurich, Switzerland)
期間: 2013 年 7 月 27 日～7 月 31 日
受入: 北海道大学 (ICSG 2013)

4. F. Zamponi (Ecole Normale Supérieure, France)
期間: 2013 年 7 月 27 日～7 月 31 日
受入: 北海道大学 (ICSG 2013)
5. A. Pavan (Iowa State Univ. USA)
期間: 2013 年 9 月 2 日～9 月 5 日
受入: CELC
6. V. Vinodchandran (Univ. of Nebraska-Lincoln, USA)
期間: 2013 年 9 月 2 日～9 月 5 日
受入: CELC
7. N. Chen (Nanyan Tech. Univ., Singapore)
期間: 2013 年 9 月 16 日～9 月 20 日
受入: CELC
8. X. Bei (Nanyan Tech. Univ., Singapore)
期間: 2013 年 9 月 16 日～9 月 20 日
受入: CELC
9. M. Vehkaperä (Aalto Univ., Finland)
期間: 2013 年 10 月～11 月
受入: CELC
6. 渡辺治:
計算複雑さの理論とその進展, 東北大学数学教室談話会, 東北大学.2013 年 12 月 9 日
7. 渡辺治:
プログラミングコンテストと情報教育, 国際科学オリンピック課題等の活用による学習指導を目的とした教員研修, 埼玉県立総合教育センター.2014 年 2 月 22 日
8. 永田賢二, 佐々木岳彦, 岡田真人:
実験データからピークの数进行推定するには?—スペクトル分解とベイズ統計—, 日本物理学会誌, 最近の研究から.(掲載予定)
9. 永田賢二, 中西(大野)義典, 岡田真人:
画像からのハイパーパラメータの分布推定, 日本医用画像工学会誌, 特集号.(掲載予定)

学術論文

アウトリーチ活動

1. 渡辺治:
計算限界への挑戦: $P = NP$ の世界を目指して, e-サイエンスシンポジウム, 京都大学.2013 年 6 月 12 日
2. 渡辺治:
スーパーコンピューティング・コンテスト (SuperCon13), 本選課題作成委員, 東京工業大学.2013 年 8 月 19 日～23 日
3. 渡辺治, 遠藤敏雄:
スーパーコンピューティング・コンテスト (SuperCon13), 数学セミナー No.12. 2013 年
4. 渡辺治:
計算限界解明: なぜ限界を? & なぜ今?, FIT 2013, 鳥取大学.2013 年 9 月 6 日
5. 渡辺治:
情報科学が開く世界, 藤沢藤嶺高等学校.2013 年 9 月 14 日
1. H. Huang, K. Y. Michael Wong and Y. Kabashima:
Entropy landscape of solutions in the binary perceptron problem, *J. Phys. A: Math. Theor.*, 46, 375002 (18 pages), 2013.
2. K. Takeda and Y. Kabashima:
Reconstruction algorithm in compressed sensing based on maximum a posteriori estimation, *J. Phys. Conf. Ser.*, 473, 012003 (11 pages), 2013.
3. A. Sakata and Y. Kabashima:
Statistical mechanics of dictionary learning, *Europhysics Letters*, 103, 28008 (6 pages), 2013.
4. H. Huang and Y. Kabashima:
Adaptive Thouless-Anderson-Palmer approach to inverse Ising problems with quenched random fields, *Phys. Rev. E*, 87, 062129 (6 pages), 2013.
5. S. Watanabe and Y. Kabashima:
Cavity-based robustness analysis of interdependent networks: Influences of intranet-

- work and internetwork degree-degree correlations, *Phys. Rev. E*, 89, 012808 (11 pages), 2014.
6. K. Makino, S. Tamaki and M. Yamamoto: Derandomizing the HSSW algorithm for 3-SAT, *Algorithmica*, 67(2), 112–124, 2013.
 7. M. Yamamoto: A combinatorial analysis for the critical clause tree, *Theory Comput. Syst.*, 52(2), 271–284, 2013.
 8. O. Watanabe: Message passing algorithms for MLS-3LIN problem, *Algorithmica*, 66(4), 848–868, 2013.
 9. H. Dell, V. Kabanets, D. van Melkebeek and O. Watanabe: Is Valiant-Vazirani’s isolation probability improvable?, *Computational Complexity*, 22(2), 345–383, 2013.
 10. T. Imai, K. Nakagawa, A. Pavan, N. V. Vinodchandran and O. Watanabe: An $O(n^{1/2+\epsilon})$ -space and polynomial-time algorithm for directed planar reachability, *Proc. of the 28th Conference on Computational Complexity (CCC’13)*, 277–286, 2013.
 11. A. Kawachi, B. Rossman and O. Watanabe: The query complexity of witness finding, *Proc. of the 9th International Computer Science Symposium in Russia*, to appear.
 12. R. Mori and T. Tanaka: Source and channel polarization over finite fields and Reed-Solomon matrices, *IEEE Transactions on Information Theory*, to appear.
 13. K. Hukushima and Y. Sakai: An irreversible Markov-chain Monte Carlo method with skew detailed balance conditions, *J. Phys. Conf. Ser.*, 473, 012012 (9 pages), 2013.
 14. Y. Sakai and K. Hukushima: Dynamics of one-dimensional Ising model without detailed balance condition, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 82, 064003 (8 pages), 2013.
 15. M. Sasaki and K. Hukushima: A list referring Monte-Carlo method for lattice glass models, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 82, 094003 (15 Pages), 2013.
 16. M. Yasuda, T. Shiomyama, J. Kogure, K. Yokoyama and T. Koshiba: On the exact decryption range for Gentry-Halevi’s implementation of fully homomorphic encryption, *Journal of Mathematical Cryptology*, to appear.
 17. M. Yasuda, T. Shiomyama, J. Kogure, K. Yokoyama and T. Koshiba: Secure pattern matching using somewhat homomorphic encryption, *Proc. of 2013 ACM Workshop on Cloud Computing Security (CCSW 2013)*, 65–76, 2013.
 18. M. Yasuda, T. Shiomyama, J. Kogure, K. Yokoyama and T. Koshiba: Practical packing method in somewhat homomorphic encryption, *Proc. of the 8th International Workshop on Data Privacy Management (DPM 2013)*, LNCS 8247, 34–50, 2014.
 19. M. Yasuda, T. Shiomyama, J. Kogure, K. Yokoyama and T. Koshiba: Packed homomorphic encryption based on ideal lattices and its application to biometrics, *Proc. of the 2nd International Workshop on Modern Cryptography and Security Engineering (MoCrySEn 2013)*, LNCS 8128, 55–74, 2013.
 20. S. Takahiro, T. Koshiba and T. Morimae: Ancilla-driven universal blind quantum computation, *Phys. Rev. A*, 87, 060301 (5 pages, Rapid Communication), 2013.
 21. Ei Ando: $\#P$ -hardness of computing high order

derivative and its logarithm, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, to appear.

22. Satoru Tokuda, Kenji Nagata, Masato Okada:

A Numerical Analysis of Learning Coefficient in Radial Basis Function Network, *IPSJ Transactions on Mathematical Modeling and Its Applications*, 6(3), 117–123, 2013.

23. Yoshinori Nakanishi-Ohno, Kenji Nagata, Hayaru Shouno, Masato Okada:

Distribution estimation of hyperparameters in Markov random field models, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, (to appear).

学会大会等

1. M. Yamamoto:

Counting paths and cycles in a graph, *International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG2013)*, 2013 年 7 月 30 日.

2. T. Koshiba, R. Mori, O. Watanabe and M. Yamamoto:

Analysis of message passing algorithms for the 3XORSAT problem (ポスター発表), *International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG2013)*, 2013 年 7 月 28 日.

3. R. Mori:

New generalization of the Bethe approximation using graph covers (ポスター発表), *International Meeting on Inference, Computation, and Spin Glasses (ICSG2013)*, 2013 年 7 月 28 日.

4. R. Mori:

Introduction to polar codes (招待講演), *Workshop on Modern Error Correcting Codes (MECC)*, 2013 年 8 月 30 日.

5. T. Koshiba and S. Sawada:

On unidirectional public discussion in secure message transmission, *The 1st International Conference on Energy, Environment and Human Engineering (ICEEHE 2013)*, 2013 年 12 月 21 日.

6. T. Morimae and T. Koshiba:

Composable security of measuring-Alice blind quantum computation, *The 7th International Conference on Information Theoretic Security (ICITS 2013)*, 2013 年 11 月 29 日.

7. T. Koshiba:

Composable security of blind computation (Invited Talk), *Quantum Science Symposium Asia 2013 (QSS-ASIA 2013)*, 2013 年 11 月 26 日.

8. E. Ando:

Approximating the minimum spanning tree weight distribution function in treewidth k graph using Taylor polynomials, *The 6th Annual Meeting of Asian Association for Algorithms and Computation (AAAC2013)*, 2013 年 4 月 20 日.

研究会等

1. D. Kane and O. Watanabe:

A short implicant of CNFs with relatively many satisfying assignments, *Electronic Colloquium on Computational Complexity*, TR13-176, 2013 年 12 月 8 日.

2. R. Mori:

通信路符号化定理と Polar 符号, *COMP-ELC 学生シンポジウム*, 電子情報通信学会 2014 年 (平成 26 年) 総合大会, シンポジウムセッション DS-1, 新潟大学, 2014 年 3 月 19 日.

3. R. Mori:

Bethe approximation, loop series and partition function zeros, コンピューテーション研究会, 電子情報通信学会, IEICE Tech. Rep.,

vol.113, no.108, COMP2013-21, 17–20, .
2013 年 6 月 24 日

小計測時間の推定について, 電子情報通信学
会ニューロコンピューティング研究会, 2014
年 3 月.

4. 安藤映:
解析的な関数の高次導関数値計算の困難さ
について, 2013 年度夏の LA シンポジウム,
2013 年 7 月 17 日.
5. Kenji Nagata:
An Efficient Exhaustive Search for Variable
Selection Using MCMC method, *ELC In-
ternational Meeting on "Inference, Com-
putation, and Spin Glasses" (ICSG2013)*,
2013 年 7 月.
6. 若杉健介, 桑谷立, 永田賢二, 麻生英樹, 岡
田真人:
階層構造を持つ連想記憶モデルの構造発見へ
のデータ駆動型アプローチ, 第 12 回情報科
学技術フォーラム (FIT2013), 2013 年 9 月.
7. 永田賢二:
スペクトル分解によるデータ駆動科学, *ELC・
疎性モデリング合同シンポジウム／公募説明
会*, 2013 年 9 月.
8. 永田賢二, 北園淳, 中島伸一, 永福智志, 田
村了以, 岡田真人:
交換モンテカルロ法を用いた変数選択問題に
おける解の効率的全数探索, 第 16 回情報論
的学習理論ワークショップ (IBIS2013), 信学
技報 113(286), 191–196, 2013 年 11 月.
9. 若杉健介, 桑谷立, 永田賢二, 麻生英樹, 岡
田真人:
連想記憶モデルを用いた確率的潜在構造抽出
アルゴリズムの有効性の検証, 電子情報通信
学会ニューロコンピューティング研究会, 信
学技報 113(315), 17–22, 2013 年 11 月.
10. 徳田悟, 永田賢二, 渡辺澄夫, 岡田真人:
交換モンテカルロ法を用いた情報量規準
WBIC の計算機実験による検証, 電子情報通
信学会ニューロコンピューティング研究会,
2014 年 3 月.
11. 永田賢二, 村岡怜, 佐々木岳彦, 岡田真人:
ベイズ推定に基づくスペクトル分解と必要最

C02: 量子力学からの計算限界解明へのアプローチ

研究代表者:	山下 茂	立命館大学 情報理工学部
研究分担者:	河内 亮周	東京工業大学 大学院 情報理工学研究科
	中西 正樹	山形大学 地域教育文化学部
	西村 治道	名古屋大学 大学院 情報科学研究科
	Le Gall Francois	東京大学 大学院 情報理工学系研究科
連携研究者:	小林 弘忠	国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
	谷 誠一郎	日本電信電話株式会社 NTTコミュニケーション 科学基礎研究所
	根本 香絵	国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
	村尾 美緒	東京大学 大学院 理学系研究科

開催した研究集会

1. ELC Mini-Workshop (C02)
期間: 2013 年 5 月 14 日
場所: 名古屋大学情報科学研究科棟
参加者: 山下茂 (立命館大), 河内亮周 (東京工業大), 中西正樹 (山形大), フランソワルガル (東京大), 西村治道 (名古屋大), 谷誠一郎 (NTT), 脊戸和寿 (成蹊大学), 照山順一 (NII)
2. ELC Mini-Workshop (C02)
期間: 2013 年 7 月 16 日
場所: 名古屋大学情報科学研究科棟
参加者: 山下茂 (立命館大), 河内亮周 (東京工業大), 中西正樹 (山形大), フランソワルガル (東京大), 西村治道 (名古屋大), 小林弘忠 (NII), 谷誠一郎 (NTT), 伊藤剛志 (NEC ラボラトリーズアメリカ), 山本真基 (成蹊大学)
3. JFLI ワークショップ
期間: 2014 年 3 月 4 日-5 日
場所: 国立情報学研究所
参加者: 村尾 美緒 (東京大), 根本香絵 (NII), フランソワルガル (東京大), 佐藤 貴彦 (東京大), Fabian Furer (東京大), Rod Van Meter (慶応

大), Isabelle Zaquine (Télécom Paris-Tech), Damian Markham (Télécom Paris-Tech), Marc Kaplan (Télécom ParisTech), Iordanis Kerenidis (LIAFA)

学術論文

1. François Le Gall and Harumichi Nishimura: Quantum Algorithms for Matrix Products over Semirings, *to appear in the Proceedings of the 14th Scandinavian Symposium and Workshops on Algorithm Theory*, 2014.
2. François Le Gall: Powers of tensors and fast matrix multiplication, *to appear in the Proceedings of the 39th International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation*, 2014.
3. François Le Gall, Harumichi Nishimura and Seiichiro Tani: Quantum algorithms for finding constant-sized sub-hypergraphs, *to appear in the Proceedings of the 20th Annual International Computing and Combinatorics Conference*, 2014.
4. Akinori Kawachi: Proving Circuit Lower Bounds in High Uni-

form Classes, *Interdisciplinary Information Sciences*, 20(1), 1-26, 2014.

5. Kazuo Iwama and Harumichi Nishimura:
Recovering strings in oracles: quantum and classic, *International Journal of Foundations of Computer Science*, 24, 979-993, 2013.
6. Yasuhiro Takahashi and Seiichiro Tani:
Collapse of the Hierarchy of Constant-Depth Exact Quantum Circuits, *Proceedings of IEEE Conference on Computational Complexity*, 168-178, 2013.
7. Andrej Bogdanov, Akinori Kawachi and Hidetoki Tanaka:
Hard Functions for Low-Degree Polynomials over Prime Fields, *ACM Transactions on Computation Theory*, 5(2), 5, 2013.
8. Akinori Kawachi, Benjamin Rossman and Osamu Watanabe:
The Query Complexity of Witness Finding, *to appear in the Proceedings of the 9th International Computer Science Symposium in Russia*, 2014.

研究会等

1. François Le Gall and Harumichi Nishimura:
半環上の行列積に対する量子アルゴリズム, 第 28 回量子情報技術研究会研究会資料, pp. 64-69, 2013 年 5 月 27 日 - 28 日.
2. François Le Gall, Harumichi Nishimura and Seiichiro Tani:
定数サイズ部分ハイパーグラフ発見に対する量子アルゴリズム, 第 29 回量子情報技術研究会研究会資料, pp. 22-27, 2013 年 11 月 18 日 - 19 日.
3. 中西正樹:
ガーベッジテープを持つ量子プッシュダウンオートマトン, 第 29 回量子情報技術研究会研究会資料, pp. 28-33, 2013 年 11 月 18 日 - 19 日.

4. 松山美紀, 横尾優美, 中西正樹:
レジスタの並び替えによる確率振幅の選択を行うハードウェア量子回路シミュレータアーキテクチャ, 第 29 回量子情報技術研究会研究会資料, pp. 133-136, 2013 年 11 月 18 日 - 19 日.

学会大会等

1. Akinori Kawachi:
Circuit Complexity and Derandomization (招待講演), *Computability Theory and Foundations of Mathematics*, 2014 年 2 月 18 日.
2. Akinori Kawachi:
Circuit Lower Bounds from Learning-Theoretic Approaches (招待講演), *Satellite Workshop of ICALP 2013 on Learning Theory and Complexity*, 2013 年 7 月 7 日.
3. Harumichi Nishimura:
Quantum network coding - How can network coding be applied to quantum information?(招待講演), *Proceedings of the 2013 IEEE International Symposium on Network Coding (NetCod2013)*, 2013 年 6 月 7 日 - 9 日.
4. François Le Gall:
Quantum Complexity of Matrix Multiplication (招待講演), *Satellite Workshop of ICALP 2013 on Quantum and Classical Complexity*, 2013 年 7 月 7 日.
5. François Le Gall:
Quantum algorithms for matrix multiplication (招待講演), *13th Asian Quantum Information Science Conference (AQIS 2013)*, 2013 年 8 月 25 日 - 30 日.
6. 山下茂:
可逆な素子による論理設計の研究動向 (招待講演), 応用物理学会 (超伝導分科会 第 48 回研究会), 2013 年 11 月 22 日.

7. 山下茂:
可逆計算に関する研究動向（招待講演）, 日本学術振興会超伝導エレクトロニクス第 146 委員会通信・情報処理分科会第 9 回研究会, 2013 年 7 月 22 日.
8. S. Nakayama, A. Soeda and M. Murao:
Universal implementation of energy eigenbasis measurement, *Proc. of AQIS'13*, 2013.
9. J. Miyazaki, M. Hajdusek and M. Murao:
Cancellation of acausal loops in MBQC implies deterministic computation, *The First Workshop on Parallel Quantum Computing (ParQ2013), Edinburgh, UK (2013)*, 2013.
10. S. Akibue and M. Murao:
Implementability of two-qubit unitary operations over the ladder network with free classical communication, *The First Workshop on Parallel Quantum Computing (ParQ2013), Edinburgh, UK (2013)*, 2013.
11. Masaki Nakanishi:
Quantum Pushdown Automata with Garbage Space, *Poster presentation at the 17th Conference on Quantum Information Processing*, Feb. 2014.
12. Miki Matsuyama, Yumi Yokoo, and Masaki Nakanishi:
A Hardware Quantum Circuit Simulator Architecture based on Register Reordering, *Poster presentation at the 17th Conference on Quantum Information Processing*, Feb. 2014.
13. Hiroto Kobayashi, François Le Gall and Harumichi Nishimura:
Generalized Quantum Arthur-Merlin Games, *preprint, available as arXiv:1312.4673*, 2013.
14. J. Miyazaki, M. Hajdusek and M. Murao:
Translating measurement-based quantum computation with gflow into quantum circuit, *preprint, available as arXiv:1310.4043*, 2013.
15. S. Nakayama, A. Soeda and M. Murao:
Universal implementation of projective measurement of energy, *preprint, available as arXiv:1310.3047*, 2013.
16. K. Nakago, M. Hajdusek, S. Nakayama and M. Murao:
Parallelized adiabatic gate teleportation, *preprint, available as arXiv:1310.4043*, 2013.
17. E. Wakakuwa and M. Murao:
Resource Compression for Distributed Quantum Computation, *preprint, available as arXiv:1310.3991*, 2013.

C03: 学習理論からの計算限界解明へのアプローチ

研究代表者:	瀧本 英二	九州大学 大学院システム情報科学研究院
研究分担者:	正代 隆義	九州大学 大学院システム情報科学研究院
	畑埜 晃平	九州大学 大学院システム情報科学研究院
	篠原 歩	東北大学 大学院情報科学研究科
	内沢 啓	山形大学 大学院理工学研究科
連携研究者:	吉仲 亮	京都大学 大学院情報学研究科
研究協力者:	津田 宏治	産業技術総合研究所 生命情報工学研究センター
	Cuturi Marco	京都大学 大学院情報学研究科

開催した研究集会

1. ELC Seminar (Sampath Kannan)
期間: 2013 年 4 月 22 日
場所: 九州大学伊都キャンパス
講演者: Sampath Kannan (University of Pennsylvania)
2. ELC Mini-Workshop
期間: 2013 年 5 月 25 日～26 日
場所: 東北大学青葉山キャンパス
講演者: 来嶋秀治 (九州大学), 瀧本英二 (九州大学), 畑埜晃平 (九州大学), 内澤啓 (山形大学), 篠原歩 (東北大学), 正代隆義 (九州大学), 吉仲亮 (京都大学), 加藤直樹 (京都大学)
3. ICALP 2013 Satellite Workshop on Learning Theory and Complexity
期間: 2013 年 7 月 7 日
場所: University of Latvia, Riga, Latvia
国際会議
4. ELC・岡田新学術新領域合同シンポジウム
期間: 2013 年 9 月 20 日
場所: 場所: 九州大学伊都キャンパス
講演者: 岡田真人 (東京大学), 瀧本英二 (九州大学), 末廣大貴 (九州大学), 内澤啓 (山形大学), 篠原歩 (東北大学), 高橋成雄 (東京大学), 永田賢二 (東京大学), 渡辺澄夫 (東京工業大学)
5. ELC Mini-Workshop

期間: 2013 年 11 月 30 日～12 月 1 日

場所: 東北大学青葉山キャンパス, パームシティ131 ビル5階
講演者: 正代隆義 (九州大学), 来嶋秀治 (九州大学), 畑埜晃平 (九州大学), 内澤啓 (山形大学), 神山直之 (九州大学), 篠原歩 (東北大学)

受賞

1. Yasuhiro Okamoto and Takayoshi Shoudai:
The Best Paper Award, IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI 2013), 2013 年 9 月.
先進的応用情報学に関する国際会議 (IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI 2013)) で発表した論文 “Hardness of Learning Unordered Tree Contraction Patterns” に対する受賞.

アウトリーチ活動

1. Eiji Takimoto:
Combinatorial Online Prediction by Continuous Relaxation, The Sixth Workshop on Information Theoretic Methods in Science and Engineering (WITMSE 2013), 2013 年 8 月 27 日.
2. 畑埜 晃平:
オンライン予測理論とその応用, FIT2013 企

画セッション「ビッグデータ時代のオンライン学習アルゴリズム」, 2013 年 9 月 4 日.

3. 畑埜 晃平:

オンライン離散最適化, 日本応用数理学会年会 オーガナイズドセッション「機械学習」, 2013 年 9 月 11 日.

4. 畑埜 晃平:

離散構造のオンライン予測, IBIS2013 企画セッション「学習理論」, 2013 年 11 月 13 日.

5. Kohei Hatano:

Combinatorial Online Prediction via Metarounding, TCE Guest Lecture at Technion, Israel, 2013 年 12 月 16 日.

6. Eiji Takimoto:

Lower Bounds for Linear Decision Trees via An Energy Complexity Argument, CSpecial Lecture at Technion, Israel, 2013 年 12 月 16 日.

7. 瀧本 英二:

「学習の複雑さと計算の複雑さ」, 数学セミナー 2013 年 12 月号, 特集「 $P \neq NP$ 予想最前線」, 2013 年 12 月.

学術論文

1. Eiji Takimoto, and Kohei Hatano:

Efficient Algorithms for Combinatorial Online Prediction, *Proc. 24th International Conference on Algorithmic Learning Theory (ALT2013)*, *LNAI*, 8139, 22–32, 2013.

2. Takahiro Fujita, Kohei Hatano, and Eiji Takimoto:

Combinatorial Online Prediction via Metarounding, *Proc. 24th International Conference on Algorithmic Learning Theory (ALT2013)*, *LNAI*, 8139, 68–82, 2013.

3. Kazuki Teraoka, Kohei Hatano, and Eiji Takimoto :

Efficient Sampling Method for Monte Carlo

Tree Search, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E97-D, No.3, 392–398, 2014.

4. 末廣 大貴, 畑埜 晃平, 坂内 英夫, 瀧本 英二, 竹田 正幸:

SVMによる2部ランキング学習を用いたコンピュータ将棋における評価関数の学習, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J97-D, No.3, 593–600, 2014.

5. Yasuhiro Okamoto and Takayoshi Shoudai:

Hardness of Learning Unordered Tree Contraction Patterns, *Proc. 2nd IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI2013)*, 141–146, 2013.

6. Hisashi Tsuruta and Takayoshi Shoudai:

Structure-based Data Mining and Screening for Network Traffic Data, *Proc. 2nd Int. Conf. Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI2013)*, 152–157, 2013.

7. Yasuhiro Okamoto, Kensuke Koyanagi,

Takayoshi Shoudai, and Osamu Maruyama: Discovery of Tree Structured Patterns Using Markov Chain Monte Carlo Method, *Proc. 7th IADIS International Conference on Information Systems (ICIS2014)*, 95–102, 2014.

8. Tomohiro I, Wataru Matsubara, Kouji Shimohira, Shunsuke Inenaga, Hideo Bannai, Masayuki Takeda, Kazuyuki Narisawa, Ayumi Shinohara:

Detecting Regularities on Grammar-Compressed Strings, *Proc. 38th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS2013)*, *LNCS*, 8087, 571–582, 2013.

9. Kazuhiko Kusano, Kazuyuki Narisawa, Ayumi Shinohara:

On Morphisms Generating Run-Rich Strings, *Proc. Prague Stringology Conference (PSC2013)*, 35–47, 2013.

10. Tomoki Komatsu, Ryosuke Okuta, Kazuyuki Narisawa, Ayumi Shinohara: Bounded Occurrence Edit Distance: A New Metric for String Similarity Joins with Edit Distance Constraints, *Proc. 40th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM2014)*, LNCS, 8327, 363–374, 2014.
11. Kouta Oguni, Kazuyuki Narisawa, Ayumi Shinohara: Reducing Sample Complexity in Reinforcement Learning by Transferring Transition and Reward Probabilities, *Proc. 6th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART)*, 632–638, 2014.
12. Akira Suzuki, Kei Uchizawa, Xiao Zhou: Energy-Efficient Threshold Circuits Detecting Global Pattern in 1-Dimensional Arrays, *Proc. 10th International Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC2013)*, 7876, 248–259, 2013.
13. Akira Suzuki, Kei Uchizawa, Xiao Zhou: Energy and fan-in of logic circuits computing symmetric Boolean functions, *Theoretical Computer Science*, 505, 74–80, 2013.
14. Kei Uchizawa, Takanori Aoki, Takehiro Ito, Akira Suzuki, Xiao Zhou: On the Rainbow Connectivity of Graphs: Complexity and FPT Algorithms, *Algorithmica*, 67(2), 161–179, 2013.
15. Kei Uchizawa: Lower Bounds for Threshold Circuits of Bounded Energy, *Interdisciplinary Information Sciences*, 20(1), 27–50, 2014.
16. Chihiro Shibata and Ryo Yoshinaka: PAC Learning of Some Subclasses of Context-Free Grammars with Basic Distributional Properties, *Proc. 24th International Conference on Algorithmic Learning Theory (ALT2013)*, LNAI, 8139, 143–157, 2013.
17. Takeru Inoue, Keiji Takano, Takayuki Watanabe, Jun Kawahara, Ryo Yoshinaka, Akihiro Kishimoto, Koji Tsuda, Shin-ichi Minato and Yasuhiro Hayashi: Distribution Loss Minimization with Guaranteed Error Bound, *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(1), 102–111, 2014.
18. Ichigaku Takigawa, Koji Tsuda, and Hiroshi Mamitsuka: An In Silico Model for Interpreting Polypharmacological Relationships in Drug-Target Networks, *Methods in Molecular Biology*, 993, 67–80, 2013.
19. Shuhei Denzumi, Koji Tsuda, Hiroki Arimura and Shin-ichi Minato: Compact Complete Inverted Files for Texts and Directed Acyclic Graphs Based on Sequence Binary Decision Diagrams, *Proc. Prague Stringology Conference (PSC2013)*, 157–167, 2013.
20. Aika Terada, Koji Tsuda and Jun Sese: Fast Westfall-Young Permutation Procedure for Combinatorial Regulation Discovery, *Proc. IEEE Bioinformatics and Biomedicine (BIBM2013)*, 153–158, 2013.
21. Hiroto Saigo Hisashi Kashima and Koji Tsuda : Fast Iterative Mining Using Sparsity-Inducing Loss Functions, *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, E96-D, 1766–1773, 2013.
22. Aika Terada, Mariko Okada-Hatakeyamad, Koji Tsuda and Jun Sese: Statistical significance of combinatorial regulations, *Proc. National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(32), 12996–13001, 2013.
23. Chuan Xiao, Jianbin Qin, Wei Wang, Yoshiharu Ishikawa, Koji Tsuda, and Kuhiniko

Sadakane:

Efficient Error-tolerant Query Autocompletion, *Proc. VLDB Endowment*, 6(6), 373–384, 2013.

24. David A. duVerle, Ichiro Takeuchi, Yuko Murakami-Tonami, Kenji Kadomatsu and Koji Tsuda:

Discovering Combinatorial Interactions in Survival Data, *Bioinformatics*, 29(23), 3053-3059, 2013.

25. Atsuto Seko, Tomoya Maekawa, Koji Tsuda and Isao Tanaka:

Machine learning with systematic density-functional theory calculations: Application to melting temperatures of single- and binary-component solids, *Physical Review B*, 89(5), 054303, 2014.

26. Tam Le and Marco Cuturi:

Generalized Aitchison Embeddings for Histograms, *Proc. 5th Asian Conference on Machine Learning*, 293-308, 2013.

27. Marco Cuturi, Alexandre d’Aspremont:

Mean Reversion with a Variance Threshold, *Proc. 30th International Conference on Machine Learning (ICML-13)*, 3, 271-279, 2013.

28. Marco Cuturi:

Sinkhorn Distances: Lightspeed Computation of Optimal Transport, *Proc. 27th Annual Conference on Neural Information Processing Systems*, 2292-2300, 2013.

29. Kaori Ueno, Shinichi Shimozone, Kazuyuki Narisawa, Ayumi Shinohara:

On the hardness of approximating the minimum consistent DFA from prefix samples, *Proc. Learning Theory and Complexity*, (掲載予定) .

30. Makoto Kanazawa, Gregory M. Kobele, Jens Michaelis, Sylvain Salvati and Ryo Yoshinaka:

The Failure of the Strong Pumping Lemma for Multiple Context-Free Languages, *Theory of Computing Systems*, (掲載予定) .

31. Chihiro Shibata, Ryo Yoshinaka:

A Comparison of Collapsed Bayesian Methods for PFAs, *Machine Learning*, (掲載予定) .

32. Alexander Clark, Ryo Yoshinaka:

Distributional learning of Parallel Multiple Context-free Grammars, *Machine Learning*, (掲載予定) .

33. Marco Cuturi and David Avis:

Ground Metric Learning, *Journal of Machine Learning Research*, (掲載予定) .

研究会等

1. Takahiro Fujita, Kohei Hatano, Eiji Takimoto:

Combinatorial Online Prediction Using Oine Approximation Algorithms, *The 6th Annual Meeting of the Asian Association for Algorithms and Computation (AAAC 2013)*, 2013 年 4 月.

2. 大田 裕之, 桂 敬史, 成澤 和志, 篠原 歩:
マルチトラックデータ上の近似順列パターン照合と索引構造, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 信学技報, 113(14), 9–16, 2013 年 4 月.

3. 草野 一彦, 奥田 遼介, 成澤 和志, 篠原 歩:
文字列に含まれる連の最大指数和の解析～ $n = 57$ までの厳密値と新たな下界 2.03696 の発見, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 信学技報, 113(14), 17–24, 2013 年 4 月.

4. Kei Uchizawa, Zhenghong Wang, Hiroki Morizumi, Xiao Zhou:

Computational complexity of counting output patterns of logic circuits, 電子情報通信学会コンピュータセッション研究会, 信学技報, 113(50), 97–102, 2013 年 5 月.

5. 小柳 健介, 岡本 康宏, 丸山 修, 正代 隆義:
マルコフ連鎖モンテカルロ法の本構造パターン発見への応用, *2013年度夏のLA シンポジウム*, S1, 1–5, 2013 年 7 月.
6. 矢口 和也, 小林 直樹, 篠原 歩:
高階圧縮の高速化と効率の良い符号化, 電子情報通信学会コンピュータシミュレーション研究会, 信学技報, 113(252), 13–20, 2013 年 10 月.
7. ディプタラマ, 成澤 和志, 篠原 歩:
一般化三並べの拡張: 一手 p 石, 第 18 回ゲームプログラミングワークショップ 2013(GPW-13) 論文集, 19–26, 2013 年 11 月.
8. 上埜 かおり, 下園 真一, 成澤 和志, 篠原 歩:
接頭辞集合に対する決定性有限オートマトンの最小無矛盾問題について, 電子情報通信学会コンピュータシミュレーション研究会, 信学技報, 113(371), 115–122, 2013 年 12 月.
9. Issei Matsumoto, Kohei Hatano, Eiji Takimoto:
Online Prediction with Bradley-Terry Models and Logistic Models, 電子情報通信学会 第 16 回 IBISML 研究会, 信学技報, 113(476), 55–62, 2014 年 3 月.
10. Kenichiro Moridomi, Kohei Hatano, Eiji Takimoto, and Koji Tsuda:
Online Matrix Prediction with Log-Determinant Regularizer, 電子情報通信学会 第 16 回 IBISML 研究会, 信学技報, 113(476), 63–70, 2014 年 3 月.
3. Kaori Ueno, Shinichi Shimozone, Kazuyuki Narisawa, and Ayumi Shinohara:
On the hardness of approximating the minimum consistent DFA from prefix samples, *ICALP 2013 Satellite Workshop on Learning Theory and Complexity*, 2013 年 7 月.
4. John Case, Ryo Yoshinaka, and Thomas Zeugmann:
Stochastic Finite Learning of Some Mildly Context-Sensitive Languages, *ICALP 2013 Satellite Workshop on Learning Theory and Complexity*, 2013 年 7 月.
5. Marco Cuturi:
Lightspeed Computation of Optimal Transportation Distances, *Computational Optimal Transport*, 2013 年 9 月.
6. Marco Cuturi:
Sinkhorn Distances - Lightspeed Computation of Optimal Transportation Distances, *Numerical Analysis Group Seminar*, 2013 年 8 月.
7. Marco Cuturi:
Lightspeed Computation of Optimal Transportation Distances, *Computational Optimal Transport*, 2013 年 9 月.
8. 森富 賢一郎, 畑埜 晃平, 瀧本 英二:
Burg ダイバージェンスを用いた行列のオンライン予測, 第 16 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2013), 2013 年 11 月.

学会大会等

1. 森富 賢一郎, 畑埜 晃平, 瀧本 英二:
Burg ダイバージェンスを用いた行列のオンライン予測, 夏の LA シンポジウム, 2013 年 7 月.
2. Takahiro Fujita, Kohei Hatano, and Eiji Takimoto:
Combinatorial Online Prediction via Metarounding, *ICALP 2013 Satellite*
9. 松本 一成, 畑埜 晃平, 瀧本 英二:
BT モデルのオンライン推定に対するリグレット解析, 第 16 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2013), 2013 年 11 月.
10. 小國 晃太, 成澤 和志, 篠原 歩:
状態遷移確率と報酬確率の転移による強化学習のサンプル量削減, 第 16 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2013), 2013 年 11 月.

11. Tomohiko Okayama, Ryo Yoshinaka, Keisuke Otaki and Akihiro Yamamoto:
A Sufficient Condition for Learning Unbounded Unions of Languages with Refinement Operators, *International Symposium on Artificial Intelligence and Mathematics*, 2014 年 1 月.
12. 小柳 健介, 岡本 康宏, 正代 隆義, 丸山 修:
マルコフ連鎖モンテカルロ法による最適木構造パターン発見手法, *2014 年電子情報通信学会総合大会*, D-8-1, 1, 2014 年 3 月.