

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H01743

研究課題名(和文) 実世界知識基盤形成のための次世代半構造マイニング技術の研究

研究課題名(英文) Next-generation semi-structured data mining technologies for real-world knowledge infrastructures

研究代表者

有村 博紀(Arimura, Hiroki)

北海道大学・情報科学研究院・教授

研究者番号：20222763

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、実世界と情報世界が融合した巨大な情報空間から有用な知識を効率よくとりだすための実世界知識基盤形成のための大規模半構造マイニング技術とその周辺技術の確立を目指して研究を行った。とくに、知識表現の発見のための高速半構造マイニングエンジン技術と、確率情報を用いた知識発見技術、実世界の多様な半構造データに適用するための超高速ストリーム処理技術や、高性能圧縮技術、知識索引技術を研究し、それらを実装し、理論解析および実証実験を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、インターネットや、スマートホン、スイカ、Twitterなどの情報通信技術の急速な発展により、社会・環境・人間に関する多様で膨大なデータが生み出されており、その活用が期待されている。ただし、これらのデータは、多様で明示的構造をもたない「半構造データ」であり、従来のデータ処理技術ではそのまま扱うことが難しい。本研究課題では、高速な半構造マイニングエンジンの研究開発を中核とし、高速かつ高性能な検索・圧縮・索引技術を研究開発し、多様で膨大な半構造データを、安全安心な社会の実現のために利用可能にするための基礎研究を行っている。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research is to establish base technologies for forming large-scale knowledge bases from massive data in real and cyber spaces. For this purpose, we study next-generation data mining technologies for efficiently extracting useful knowledge as patterns and rules from large semi-structured data, that is, huge and heterogeneous collections of weakly structured data. In more detail, we studied (1) efficient semi-structured data mining engines in the optimal pattern discovery framework, (2) semi-structure mining based on spatio-temporal information, (3) combination of search, compression, and indexing/storage technologies for massive semi-structured data, development of knowledge base creation systems based on semi-structured data mining.

研究分野：機械学習，データマイニング，情報検索，アルゴリズム

キーワード：非構造データ 意味マイニング 時空間データマイニング イベントストリーム処理 高次元非構造データ検索 大規模知識索引 知識発見 ビッグデータ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 1. 研究開始当初の背景

21世紀初頭から現在にいたるネットワークとセンサー技術の急速な発展により、社会と、環境、人間集団におけるさまざまなセンサーやデバイスから、観測値・測定値や、テキスト、行動ログ、ゲノム情報などに関する多様で膨大なセンサーデータが生み出されている。例えば、近年登場したスマートホンや、スイカ(交通カード)、Twitterは膨大な量の時空間トランザクションを生み出す新しいタイプの「センサー」と言える。2020年には、毎年1兆個のセンサーが用いられる「1兆センサー社会」(trillion sensors universe)が到来すると予測されている。これらのセンサーと、それをつなぐネットワーク、スマートシティに代表される情報社会基盤システムを結合し、実世界と情報世界が融合した巨大な情報空間(サイバー世界)がネットワーク上に出現しつつある。これらのセンサーデータと環境データは時間的に変化する、大量の、非構造データであり、ビッグデータ(Big data)と呼ばれ、その利活用が緊急の課題となっている。とくに実世界とサイバー世界に集積された膨大な知識を関連付け、外在化して理解し、知識を取り出すための新しい情報アクセス技術の開発が緊急の課題となっている。

## 2. 研究の目的

そのため、本研究では、大規模知識ネットワークを対象とした大規模半構造データマイニングについて研究する。本研究の目的は、以下の3点にまとめられる。

- (a) 実世界と情報世界の多様で、時間的に変化する、膨大な半構造データと、ネットワーク上に散在する社会環境情報を有機的に結合し、そこに内在する知識をパターンや規則としてとりだすことが可能な超高速な半構造マイニングエンジン技術を開発する。
- (b) この半構造データマイニング技術を、現実の多様な半構造データに適用するための周辺技術を開発し、実世界と情報世界における実世界知識基盤形成支援システムのためのアーキテクチャと、その実現のための実装技術を確立する。
- (c) これらのマイニング技術を元に、半構造マイニングエンジンを実装し、知識基盤形成のための周辺技術とともに世界に公開する。さらに、実世界と情報世界を融合した大規模半構造データからの知識基盤形成可能性に関して具体的な領域を選び、実証実験を行う。

## 3. 研究の方法

そのために、鍵になる技術として、申請者等が開発してきた高速な最適化半構造データマイニングの枠組みを採用する。

データマイニングは、データベースに蓄積された一見無意味に見える大量のデータから、知識として自明でない規則性やパターンを半自動的に取り出す方法についての科学的研究である。データマイニング研究は、1990年代初頭から顕在化し、主に定型的な構造をもつ関係データベースを対象に、理論と応用の両面で活発な研究が進んできた。一方で、実世界-サイバー空間は、多種のデータを結合したオンラインデータベースや、ウェブサービス、それに接続するセンサーネットワークからなる巨大な知識ネットワークであり、(i)膨大な量の、(ii)多様な、(iii)構造をもち、(iv)時間的に変化するデータの集積である大規模半構造データとなっている。そのため、定型的なデータを対象とする従来のデータマイニング手法を、そのまま適用することはできないため、このような大規模半構造データに対する効率良い半構造マイニング技術に対する要求が高まってきている。2000年代後半に入り、知識ネットワークの個々の要素に関する経験的手法の研究が盛んになってきたが、少数を除いて、統一的な立場から大規模知識ネットワークからの知識基盤形成を目指した研究は、まだ十分ではないのが実情である。さらに、このような知識基盤形成の基盤技術として用いるためには、マイニングエンジンは、高速かつ頑健なアルゴリズムであること、および、理論的な性能保障をもつことが求められている。

これに対して、申請者らは、これまでの研究で、木構造やグラフ構造などの離散構造として表現される大規模半構造データに対して、極めて高速な最適化半構造データマイニングエンジンの研究を行ってきた。

最適化マイニングの中核技術は、パターンの興味深さを適切なスコア関数で定式化し、適切な限定戦略の下で、入力データに含まれる膨大な数の可能な部分構造を列挙し、与えられたスコアを最適化するパターンを発見する「最適パターン発見」である。申請者等は、これまでの研究で、いくつかの半構造データの族に対して、きわめて高速な最適化半構造データマイニング・エンジンの開発に成功している。一方で、ここで対象とする実世界・サイバー世界における大規模半構造データは、実世界の木・グラフ・系列などの非構造データと、SNS やログからのテキスト情報、イベントストリームデータ、時空情報や、行動情報が複雑にからみあう巨大な知識ネットワークを形成している。

本研究では、これまでに開発してきた半構造データマイニング・エンジンを一般化して、実世界の多様で、非定型、時間的に変化する実世界大規模非構造データに拡張して、(A)知識ネットワークに対する最適化半構造データマイニング・エンジンを開発する。さらに、大規模知識ネットワークからの知識基盤形成という視点から、半構造データマイニング・エンジンの開発に加えて、(B1)知識連係機構の研究および、(B2)大規模知識索引の研究という基本的な知識処理問題を定式化し、これらの3つの過程を統一かつ有機的に結合することで、大規模半構造データマイニングを用いた知識ネットワークからの実世界知識基盤形成システムの実現方式を明らかにすることを目標とする。また、効率よいアルゴリズムを開発する一方で、これらの問題を理論的に定式化し、その本質的な難しさを理論的に特徴付ける。

#### 4. 研究成果

本研究課題では、実世界知識基盤形成のための次世代半構造マイニング技術について研究開発を行い、次の研究成果を得た。

##### A. 知識基盤形成のための超高速半構造マイニングエンジンの研究開発。

A1. 最適パターン発見を用いた超高速半構造マイニングエンジンの研究開発(有村・宇野・平田): 本研究では、データに含まれる全ての可能な部分構造の中で、与えられたスコア関数を最適化するパターンを発見する最適パターン発見の枠組みを採用する。これは、用途に合わせて評価関数を選択することで、広い範囲の知識獲得問題に対応できることに加え、ノイズに強く、性能を保障できるという長所をもつ。一方で最適化マイニングの計算量は大きいので、申請者らが2002年に開発し、その後、科研費特別推進研究(有村2005~2007)等で発展させ、現在、さまざまな構造マイニング問題に広く用いられている「最右拡張技法」を採用し、性能保障をもつ超高速な最適半構造マイニングエンジンを開発する。成果として、解釈の高い機械学習等の鍵となる知識表現の列挙問題に取り組んだ。とくに新しい試みとして、従来のパターン発見手法に種々の演算を許した「意味マイニング」に取り組んだ。とくに、解釈性の高い機械学習アルゴリズムの基盤技術となる、超高速列挙に基づく論理ルールの列挙と最適化に関する研究を行い、与えられた分類ラベル付きカテゴリデータから、訓練例上の分類精度を大域的に最適化する順序決定木を厳密計算する性能保障付き高速アルゴリズムを提案した。特に順序決定木の列挙問題では、従来の指数的メモリ手法を大幅に改善して、多項式メモリ列挙に関する理論的手法を開発し、これに基づいてこの族に対する厳密最適化学習アルゴリズムを得た(第102回SIG-FPAI, DEIM2017)。これは、表現力豊かな表現族である決定木の部分族に関して列挙に基づく網羅的なマイニングが可能になることを意味しており、本課題の今後の他の項目の研究すべての土台となる重要な成果である。説明可能機械学習についても、予測モデルの効率良い列挙を用いた対話的な機械学習プロセスを提案した(Kanamori et al. HILL2019)。また最適順序決定木計算手法ODTを拡張して、制約と最適スコアをもつルール解析を統一的行う「決定木スケッチ」の枠組みを提案した(JSAI2020発表予定)。また、損失項付き経験誤差最小化の高速解法を得た。アイテム集合マイニングにおける統計的に意味があるルールの発見方式を提案し、データマイニング分野のトップレベルの国際会議であるKDD2017で発表した(Komiyama et al. KDD2017)。

A2. 時空間情報を用いた半構造データマイニングの研究開発(有村・宇野・平田・下園): ビッグデータの特徴は、データが時間と共に動的に変化することである。本研究項目では、先行研究と(A1)で開発したマイニングエンジンを拡張し、これらの動的データに

対する手法を開発した。最近注目される移動データからの「群れパターン」発見の多項式遅延・領域の閉パターン発見アルゴリズムを開発し、2016年6月に情報処理学会論文賞を受賞した。半構造マイニング技術を3次元連続空間の点集合マッチングに適用し、平均二乗和距離(RMSD)に関して高速なアルゴリズムの開発に成功し、2016年度情報処理学会山下記念賞と情報処理学会第79回全国大会学生奨励賞を受賞した(Sasaki et al., IEICE Trans. 2019)。時系列データに対するパターンであるエピソードに対して、統計的有意性を考慮したマイニングアルゴリズムを開発した。決定木を用いた時系列予測方式を考案し、この方式に基づきパターンの網羅的列挙を行わず、ランダムなトップダウン探索を用いた構造決定木学習アルゴリズムを開発した(坂上他 JSAI2018)。菱形エピソードの族に対して、統計的優位性の降順にエピソードをランキングする効率良い手法を開発した(谷 JSAI2018)。事後確率を最大化する地図照合手法を開発した(Inakoshi et al., IPSJ Trans. 2019)。空間統計に関する知識索引を用いた領域列挙手法を提案した(Minato et al. SDM2019)。グラフ列から保存されるパターンを発見する高速アルゴリズムを研究開発した(Uno et al. TCS, 2016)。また、群れパターンと点集合パターンなど、高次元時空間パターンに対する多項式遅延・領域の高速なパターンマイニングとパターン照合手法を開発した。Earth Mover's Distance (EMD)を用いた木構造の近似照合手法を開発した。

A3. 統計的情報処理と半構造データマイニングの結合の研究(喜田・伊藤・有村): 自然言語テキスト、移動端末やスマートシティの時空間センサーデータのような大規模実データは、誤差やノイズを含んでいる。そこで、情報を本質的に不確実なものにとらえ、統計モデルのもとで適切な仮説を推測する統計的情報技術を半構造マイニングと結合することで、頑健な半構造マイニングを実現する方法を研究した。具体的には、2000年代以降の発展した無限関係モデル、ベイジアンネットワーク等の階層的ベイズモデル推定における大規模関係データに関する学習アルゴリズムを研究し、ガンマプロセス辺分割モデルに基づく無限関係モデルなどの大規模関係データに関する学習アルゴリズムを研究し、機械学習分野のトップレベルの国際会議IJCAI2017およびNIPS2017で発表し(Ohama et al., IJCAI2017, NIPS2017)、関係データに対するベイズモデリングに基づく無限関係モデルの効率良い学習アルゴリズムを開発した(IEICE Trans. 2018)。さらに、予測モデルによらない効率良い属性抽出方法(Shimamura et al. TAMC2019; ACIIDS2018)を研究した。

A4. 半構造データマイニングの一般理論の構築(有村, 宇野): 本研究の(A1)-(A3)項の半構造マイニングエンジン開発の結果を数学的に抽象化し、複雑な構造をもつ半構造パターンに対するマイニングアルゴリズム設計の一般理論を構築することを目指した。複雑な知識表現のマイニングを用いた大域最適解の発見問題を抽象化して、それが非可換な半環上の動的計画法として表現できることを見出し、最適順序決定木計算手法ODTの理論的なバックボーンを与え、さらに制約と最適スコアをもつルール解析を統一的に行う「決定木スケッチ」の枠組みを開発した(JSAI2020発表予定)。

B. 知識基盤形成システムのアーキテクチャとその要素技術の研究開発。

B1. 大規模知識基盤形成システムのための知識連係技術の研究開発(伊藤, 平田, 喜田, 有村): 実世界と情報世界をつなぐ大規模知識基盤の構築には、ネットワーク上に散在する多様な情報源やデータ断片を有機的に結合し、データ間の隠れた関係を見出し・抽出するための高性能な検索、圧縮、列挙のための知識連携機構を研究開発する。具体的には、高次元空間における大規模近似検索手法(Sasaki et al. IEICE Trans; Naoya et al. ICPRAM2018)、系列データなどの大規模非構造データの高压縮効率な文法圧縮手法(Furuya DCC2019, DCC2018, Algorithms 2019)や、高速ストリーム計数アルゴリズム(Kaneta et al. SPIRE2019)、複数の文字列ストリームからのオンライン索引構築と、準線形時間超高速文字列索引のアルゴリズム(Takgi et al., CPM2016, Algorithmica 2019; IEICE Trans. 2017)、木構造の部分族である根付きラベル付きキャタピラの近似照合手法を開発し、国際会議WCO2018でBest Paper Awardを受賞し(Muraka et al. WCO'18)、加えて各種の離散構造上の距離スコアによる近似検索アルゴリズムを研究した(Kawaguchi et al., J. Inf. Telecommun. 2019, ICPRAM2018; Yoshino et al. KDIR2018)。。離散構造上情報損失が少ないK匿名化アルゴリズムを開発した(Murakami et al. Int. J. Inf. 2018)。また、大規模データからの離散ルール発見において重要なグラフや

超グラフの部分構造や極大部分構造の高速列挙アルゴリズムや、半構造マイニングのための高速な近似密グラフ列挙アルゴリズムを研究した(Kurita ISAAC2018, IWOCA2018, IEICE Trans. 2018, SPIRE 2017; Wasa et al. MFCS 2019, COCOA2018; Yamanaka et al. CCCG2018) .

B 2 .大規模知識基盤形成システムのための知識索引技術の研究開発(湊,宇野,有村): 超高速半構造データマイニングエンジンを用いて発見した知識は,いったん知識ベースに蓄積され,人間によって解釈・加工されて,再利用される.そのため,発見した知識を効率よく格納・検索・再編集するための大規模知識索引機構が必要である.分担者の湊が提案し,JST 湊 ERATO 離散構造処理計プロジェクトで展開した「ゼロサプレス型 BDD (ZDD) とその種々の拡張に基づき,効率良い知識索引技術の種々の半構造データと最適化問題への拡張を進めた.具体的には,大規模非構造データ向けの系列知識索引である SeqBDD や,順列のための索引 PiDD 等を用いた離散構造最適化の研究開発を行った.ゼロサプレス二分決定グラフ (ZDD) 技術に基づいて大規模非構造データをコンパクトに格納する知識索引の研究を行った(Denzumi et al. Algorithms 2018, DAM 2016) .

B 3 .大規模知識基盤形成システムのプロトタイプ構築(全員): 各研究項目に関して,研究成果の要素技術の実装と計算機実験を行った.また,理論的な解析を元にフィードバックによるさらなる最適化を実施し,知識基盤形成のためのアルゴリズム群として,知識基盤形成システムのためのプロトタイプを構築した.これらのプロトタイプの各ツールを用いて,医療データからの感染発見などにおける実データに対して,性能に関する評価実験を行った(Meade et al., mBio, 2019; Nyirenda et al. PLOS ONE, 2016) .

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計55件（うち査読付論文 53件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Isamu Furuya	4. 巻 なし
2. 論文標題 Practical Repetition-Aware Grammar Compression	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In Proceedings of Data Compression Conference, March 2020 (IEEE Press)	6. 最初と最後の頁 369 - 369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/DCC47342.2020.00048	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hiroya Inakoshi, Tatsuya Asai, Takuya Kida, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.34(3), No.D-156
2. 論文標題 Discovery of Regularized Areas with Maximal Confidence from Location Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp.1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.D-156	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takuya Takagi, Shunsuke Inenaga, Hiroki Arimura, Dany Breslauer, and Diptarama Hendrian	4. 巻 Vol.82
2. 論文標題 Fully-Online Suffix Tree and Directed Acyclic Word Graph Construction for Multiple Texts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 pp.13461377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-019-00646-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kunihiko Wasa, Katsuhisa Yamanaka, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.102-D, No.3
2. 論文標題 The Complexity of Induced Tree Reconfiguration Problems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Trans. Inf. and Syst.	6. 最初と最後の頁 pp.464-469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2018FCP0010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroya Inakoshi, Junichi Shigezumi, Tatsuya Asai, Takuya Kida, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.12, No.1
2. 論文標題 Route graph: joint map-matching by maximizing posterior probability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IP SJ Transactions on Mathematical Modeling and Its Applications	6. 最初と最後の頁 pp.43-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoichi Sasaki, Tetsuo Shibuya, Kimihito Ito, and Hiroki Arimura	4. 巻 vol.E102-A, no.9
2. 論文標題 Efficient Approximate 3-Dimensional Point Set Matching Using Root-Mean-Square Deviation Score	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Trans. Inf. and Syst.	6. 最初と最後の頁 pp.1159-1170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E102.A.1159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Alessio Conte, Roberto Grossi, Mamadou Moustapha Kant, Andrea Marino, Takeaki Uno, Kunihiro Wasa	4. 巻 73:1-73:14
2. 論文標題 Listing Induced Steiner Subgraphs as a Compact Way to Discover Steiner Trees in Graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MFCS 2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Taiga Kawaguchi, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata	4. 巻 Vol. 4, No. 2
2. 論文標題 Path histogram distance and complete subtree histogram distance for rooted labelled caterpillars	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Inf. Telecommun	6. 最初と最後の頁 pp.199-212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1080/24751839.2020.1718443">https://doi.org/10.1080/24751839.2020.1718443</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Meade P, Kuan G, Strohmeier S, Maier HE, Amanat F, Balmaseda A, Ito K, Kirkpatrick E, Javier A, Gresh L, Nachbagauer R, Gordon A, Krammer F	4. 巻 11(1)
2. 論文標題 Influenza virus infection induces a narrow antibody response in children but a broad recall response in adults	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 mBio	6. 最初と最後の頁 pii: e03243-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Isamu Furuya, Takuya Kida	4. 巻 12(8)
2. 論文標題 Compaction of Church Numerals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Algorithms	6. 最初と最後の頁 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/A13040103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusaku Kaneta, Takeaki Uno and Hiroki Arimura	4. 巻 vol.11811
2. 論文標題 Fast Identification of Heavy Hitters by Cached and Packed Group Testing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, the 26th International Symposium on String Processing and Information Retrieval, Springer	6. 最初と最後の頁 pp.241-257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-32686-9_17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno, Hiroki Arimura	4. 巻 vol.11638
2. 論文標題 An Efficient Algorithm for Enumerating Chordal Bipartite Induced Subgraphs in Sparse Graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Combinatorial Algorithms, the 30th International Workshop	6. 最初と最後の頁 pp.339-351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25005-8_28	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Kentaro Kanamori, Satoshi Hara, Masakazu Ishihata, Hiroki Arimura	4. 巻 arXiv:1906.01876
2. 論文標題 Enumeration of Distinct Support Vectors for Interactive Decision Making	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 ICML Workshop on Human In the Loop Learning (HILL 2019)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin-ichi Minato, Jun Kawahara, Fumio Ishioka, Masahiro Mizuta, Koji Kurihara	4. 巻 -
2. 論文標題 A Fast Algorithm for Combinatorial Hotspot Mining Based on Spatial Scan Statistic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of SIAM International Conference on Data Mining (SDM2019)	6. 最初と最後の頁 pp.91-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoichi Sasaki, Tetsuo Shibuya, Kimihito Ito, and Hiroki Arimura	4. 巻 なし
2. 論文標題 "Efficient Approximate 3-Dimensional Point Set Matching Using Root-Mean-Square Deviation Score"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Trans. Inf. and Syst., Special Section on Discrete Mathematics and Its Applications	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shuhei Denzumi, Jun Kawahara, Koji Tsuda, Hiroki Arimura, Shin-ichi Minato, and Kunihiko Sadakane	4. 巻 Vol.11, No.128
2. 論文標題 DenseZDD: A Compact and Fast Index for Families of Sets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Algorithms	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.3390/a11080128	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iku Ohama, Takuya Kida, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.101-D, No.12
2. 論文標題 "Discovering Co-Cluster Structure from Relationships between Biased Objects"	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions	6. 最初と最後の頁 pp.3108-3122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Hiroki Arimura, and Takeaki Uno	4. 巻 Vol.8
2. 論文標題 "Efficient Enumeration of Dominating Sets for Sparse Graphs"	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2018), Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)	6. 最初と最後の頁 pp.1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Alessio Conte, Takeaki Uno, and Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.10979
2. 論文標題 "Efficient Enumeration of Subgraphs and Induced Subgraphs with Bounded Girth"	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWOCA 2018), Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)	6. 最初と最後の頁 pp.201-213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Katsuhisa Yamanaka, Erik D. Demaine, Takashi Horiyama, Akitoshi Kawamura, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno	4. 巻 Vol.23, No.1
2. 論文標題 Sequentially Swapping Colored Tokens on Graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Graph Algorithms, Appl.	6. 最初と最後の頁 pp.3-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Keisuke Murakami, Takeaki Uno	4. 巻 Vol.17, No.6
2. 論文標題 Optimization algorithm for k-anonymization of datasets with low information loss	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Int. J. Inf. Sec.	6. 最初と最後の頁 pp.631-644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katsuhisa Yamanaka, Takashi Horiyama, Takeaki Uno, Kunihiro Wasa	4. 巻 なし
2. 論文標題 Ladder-Lottery Realization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CCCG 2018	6. 最初と最後の頁 pp.61-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kunihiro Wasa, Takeaki Uno	4. 巻 なし
2. 論文標題 An Efficient Algorithm for Enumerating Induced Subgraphs with Bounded Degeneracy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 COCO A 2018	6. 最初と最後の頁 pp.35-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshihiro Akagi, Tetsuya Araki, Takashi Horiyama, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Kunihiro Wasa	4. 巻 なし
2. 論文標題 Exact Algorithms for the Max-Min Dispersion Problem	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FAW 2018	6. 最初と最後の頁 pp.263-272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tianfeng Feng, Takashi Horiyama, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Takeaki Uno, Ryuhei Uehara	4. 巻 なし
2. 論文標題 Computational Complexity of Robot Arm Simulation Problems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IWOCA 2018	6. 最初と最後の頁 pp.177-188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sho Shimamura, Kouichi Hirata	4. 巻 なし
2. 論文標題 Introducing Fluctuation into Increasing Order of Symmetric Uncertainty for Consistency-Based Feature Selection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 TAMC 2019	6. 最初と最後の頁 pp.550-565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Taiga Kawaguchi, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata	4. 巻 Vol.1
2. 論文標題 Path Histogram Distance for Rooted Labeled Caterpillars	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACIIDS 2018	6. 最初と最後の頁 pp.276-286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kohei Muraka, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata	4. 巻 なし
2. 論文標題 Computing Edit Distance between Rooted Labeled Caterpillars	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 the 11th International Workshop on Computational Optimization (WCO'18), FedCSIS 2018 (Best Paper Award, 9 Sept. 2018)	6. 最初と最後の頁 pp.249-255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Yoshino, Kohei Muraka, Kouichi Hirata	4. 巻 なし
2. 論文標題 LCA Histogram Distance for Rooted Labeled Caterpillars	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KDIR 2018	6. 最初と最後の頁 pp.305-312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Isamu Furuya, Takuya Takagi, Yuto Nakashima, Shunsuke Inenaga, Hideo Bannai and Takuya Kida	4. 巻 なし
2. 論文標題 MR-RePair: Grammar Compression based on Maximal Repeats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 In Proceedings of Data Compression Conference (DCC2019)	6. 最初と最後の頁 pp.508-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Takagi, Shunsuke Inenaga, Kunihiko Sadakane, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol. E100-A, No.9
2. 論文標題 Packed Compact Tries: A Fast and Efficient Data Structure for Online String Processing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Trans. Inf. and Syst., Special Issue on Discrete Mathematics and Its Applications	6. 最初と最後の頁 1785-1793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E100.A.1785	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno, and Hiroki Arimura	4. 巻 EA
2. 論文標題 Efficient Enumeration of Induced Matchings in a Graph without Cycles with Length Four	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions, Special Section on Discrete Mathematics and Its Applications	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin-ichi Minato	4. 巻 100-D(8)
2. 論文標題 Power of Enumeration - Recent Topics on BDD/ZDD-Based Techniques for Discrete Structure Manipulation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Transactions	6. 最初と最後の頁 1556-1562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takagi Takuya, Goto Keisuke, Fujishige Yuta, Inenaga Shunsuke, Arimura Hiroki	4. 巻 Vol.10508
2. 論文標題 Linear-Size CDWAG: New Repetition-Aware Indexing and Grammar Compression	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Proceedings of the 24th International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2017)	6. 最初と最後の頁 304 ~ 316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-67428-5_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iku Ohama, Issei Sato, Takuya Kida, Hiroki Arimura	4. 巻 -
2. 論文標題 On the Model Shrinkage Effect of Gamma Process Edge Partition Models	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. the 31st Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS2017)	6. 最初と最後の頁 897-906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ohama Iku, Kida Takuya, Arimura Hiroki	4. 巻 -
2. 論文標題 Discovering Relevance-Dependent Biclustor Structure from Relational Data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. the 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2017), Melbourne	6. 最初と最後の頁 2578-2584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/ijcai.2017/359	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koniya Junpei, Ishihata Masakazu, Arimura Hiroki, Nishibayashi Takashi, Minato Shin-ichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Statistical Emerging Pattern Mining with Multiple Testing Correction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 2017)	6. 最初と最後の頁 897-906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3097983.3098137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Alessio Conte, Takeaki Uno, and Hiroki Arimura	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Efficient Enumeration of Subgraphs and Induced Subgraphs with Bounded Girth	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Proceedings of the 29th International Workshop (IWOCA 2018) on Combinatorial Algorithms,	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Alessio Conte, Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa and Takeaki Uno	4. 巻 Vol.10628
2. 論文標題 Listing acyclic subgraphs and subgraphs of bounded girth in directed graphs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Springer, Proceedings of the 11th Annual International Conference on Combinatorial Optimization and Applications (COCO A 2017), Part II,	6. 最初と最後の頁 169-181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-71147-8_12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kawaguchi Taiga, Hirata Kouichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Earth Mover ' s Distances for Rooted Labeled Unordered Trees based on Tai Mapping Hierarchy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2018), SciTePress	6. 最初と最後の頁 159-168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0006633701590168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Higuchi Naoya, Imamura Yasunobu, Kuboyama Tetsuji, Hirata Kouichi, Shinohara Takeshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Nearest Neighbor Search using Sketches as Quantized Images of Dimension Reduction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2018), SciTePress	6. 最初と最後の頁 356-363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0006585003560363	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nachbagauer Raffael, Choi Angela, Hirsh Ariana, Margine Irina, Iida Sayaka, Barrera Aldo, Ferres Marcela, Albrecht Randy A, Garc?a-Sastre Adolfo, Bouvier Nicole M, Ito Kimihito, Medina Rafael A, Palese Peter, Kramer Florian	4. 巻 18
2. 論文標題 Defining the antibody cross-reactome directed against the influenza virus surface glycoproteins	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Immunology	6. 最初と最後の頁 464 ~ 473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ni.3684	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Isamu Furuya and Takuya Kida	4. 巻 -
2. 論文標題 Compaction of Church Numerals for Higher-Order Compression	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Data Compression Conference (DCC2018)	6. 最初と最後の頁 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Takagi, Shunsuke Inenaga, Kunihiko Sadakane, Hiroki Arimura	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Packed Compact Tries: A Fast and Efficient Data Structure for Online String Processing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Special Issue on Discrete Mathematics and Its Applications, IEICE Trans. Inf. and Syst.	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Takeaki Uno, Yushi Uno	4. 巻 Vol.654
2. 論文標題 Mining preserving structures in a graph sequence	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Theor. Comput. Sci.	6. 最初と最後の頁 155-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2015.12.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shuheii Denzumi, Ryo Yoshinaka, Hiroki Arimura, and Shin-ichi Minato	4. 巻 Vol.212
2. 論文標題 Sequence Binary Decision Diagram: Minimization, Relationship to Acyclic Automata, and Complexities of Boolean Set Operations	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Discrete Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 61-80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dam.2014.11.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Yoshino, Kouichi Hirata	4. 巻 Vol.60, No.4
2. 論文標題 Tai Mapping Hierarchy for Rooted Labeled Trees Through Common Subforest	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Theory Comput. Syst.	6. 最初と最後の頁 759-783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00224-016-9705-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iku Ohama, Hiromi Iida, Takuya Kida, and Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.E99-D, No.4
2. 論文標題 The Relevance Dependent Infinite Relation Model for Discovering Co-Cluster Structure from Relationships with Structured Noise	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 IEICE Trans. Inf. and Syst.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mayumbo Nyirenda, Ryosuke Omori, Heidi L. Tessmer, Hiroki Arimura, Kimihito Ito	4. 巻 11(11)
2. 論文標題 Estimating the Lineage Dynamics of Human Influenza B Viruses	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0166107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 TakuyaTakagi, Shunsuke Inenaga, Kunihiko Sadakane, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.9843
2. 論文標題 Packed Compact Tries: A Fast and Efficient Data Structure for Online String Processing	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Springer	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-44543-4_17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masaaki Nishino, Norihito Yasuda, Shin-ichi Minato and Masaaki Nagata	4. 巻 -
2. 論文標題 Dancing with Decision Diagrams: A Combined Approach to Exact Cover	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In Proc. of the 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2017)	6. 最初と最後の頁 868-874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasunobu Imamura, Takeshi Shinohara, Kouichi Hirata, Tetsuji Kuboyama	4. 巻 Vol.9939
2. 論文標題 Fast Hilbert Sort Algorithm Without Using Hilbert Indices	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 259-267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-46759-7_20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Takagi, Shunsuke Inenaga and Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.54
2. 論文標題 Fully-online construction of suffix trees for multiple texts	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. the 27th Annual Symposium on Combinatorial Pattern Matching (CPM'16), Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs), DROPS	6. 最初と最後の頁 22:1--22:13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mayumbo Nyirenda, Hiroki Arimura, Kimihito Ito	4. 巻 ID-111
2. 論文標題 Relaxing the data access bottleneck of geographic big-data analytics applications using distributed quad trees	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. 5th International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS'16), IEEE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.CPM.2016.22	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kunihiro Wasa, Katsuhisa Yamanaka, Hiroki Arimura	4. 巻 Vol.9618
2. 論文標題 The Complexity of Induced Tree Reconfiguration Problems	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. 10th International Conference on Language and Automata Theory and Applications (LATA 2016), Lecture Notes in Computer Science, Springer	6. 最初と最後の頁 330-342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-30000-9_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計47件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 鳥谷部 直弥, 古谷 勇, 喜田 拓也
2. 発表標題 データストリームのための頻出部分文字列発見アルゴリズム
3. 学会等名 第173回アルゴリズム研究会, 情報処理学会, 熊本大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大泉翼, 有村 博紀
2. 発表標題 説明可能な機械学習のための拡張シャープレイ値の厳密指数時間アルゴリズム
3. 学会等名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020), オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 祐汰, 瀧川 一学, 有村 博紀
2. 発表標題 ランダム分割木に基づく勾配ブースティングの検証
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2019), ウィンクあいち
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王 叶, 有村 博紀
2. 発表標題 説明可能な機械学習に向けて: 整数計画法と列挙に基づく最適決定木の厳密学習アルゴリズムの実験的比較
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2019), ウィンクあいち
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金森憲太朗, 高木拓也, 小林健
2. 発表標題 Distribution-Aware Counterfactual Explanation by Mixed-Integer Linear Optimization
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2019), ウィンクあいち
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧澤涼介, 喜田拓也, 有村博紀, 瀧川一学
2. 発表標題 大きな正規表現に対する系列二分決定グラフを用いた効率よい照合手法
3. 学会等名 コンピュータシヨン (COMP) 研究会, 電子情報通信学会, COMP2019-18, 北海道大学, 札幌市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗田 和宏, 和佐 州洋, 宇野 毅明, 有村博紀
2. 発表標題 コンピュータシヨン (COMP) 研究会電子情報最大クリークサイズが定数であるグラフに対する独立点集合のならば定数時間列挙通信学会, COMP2019-
3. 学会等名 コンピュータシヨン (COMP) 研究会, 電子情報通信学会, COMP2019-19, 北海道大学, 札幌市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金森憲太郎, 有村博紀
2. 発表標題 混合整数計画法に基づく公平性を考慮した決定木編集法
3. 学会等名 RIMS研究集会「数理計画問題に対する理論とアルゴリズムの研究」, 京都大学 数理解析研究所
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno, Hiroki Arimura
2. 発表標題 A Constant Amortized Time Enumeration Algorithm for Independent Sets in Graphs with Bounded Clique Number
3. 学会等名 3rd International Workshop on Enumeration Problems and Applications (WEPA 2019), Awaji Island, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金森 憲太郎, 有村 博紀
2. 発表標題 Fairness-aware Edit of Thresholds in a Learned Decision Tree Using a Mixed Integer Programming Formulatio
3. 学会等名 2019年度人工知能学会全国大会 (JSAI2019), 人工知能学会, インタラクティブセッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷 陽太, 平田 耕一, 有村 博紀
2. 発表標題 "イベント系列からの有意なエピソードの効率良いマイニング"
3. 学会等名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗田 和宏, 和佐 州洋, 宇野 毅明, 有村 博紀
2. 発表標題 "An Efficient Algorithm for Enumerating Chordal Bipartite Induced Subgraphs in Graphs"
3. 学会等名 第171回アルゴリズム研究会, 情報処理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金森 憲太郎, 有村 博紀
2. 発表標題 "整数計画法に基づく学習済み決定木の公平性を考慮した編集法"
3. 学会等名 第108回人工知能基本問題研究会(SIG-FPAI)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金森 憲太郎, 原 聡, 石島 正和, 有村 博紀
2. 発表標題 "モデル選択のためのサポートベクトル列挙"
3. 学会等名 第29回情報論的学習理論と機械学習 (IBISML) 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷 陽太, 古谷 勇, 平田 耕一, 有村 博紀
2. 発表標題 "イベント系列からの有意性を考慮した菱形エピソードマイニング"
3. 学会等名 2018度人工知能学会全国大会 (JSAI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂上 陽規, 瀧川 一学, 有村 博紀
2. 発表標題 "グラフ断片決定木を用いたグラフ特徴抽出手法"
3. 学会等名 2018度人工知能学会全国大会 (JSAI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野 毅明
2. 発表標題 少し目線を変えるだけでアルゴリズムはこんなに使いやすくなる
3. 学会等名 日本ソーシャルデータサイエンス学会シンポジウム 2019年3月2日 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇野 毅明
2. 発表標題 New Approaches for Clustering Problems
3. 学会等名 Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野 毅明
2. 発表標題 New Approaches for Clustering Problems
3. 学会等名 International Symposium on Computing and Networking 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野 毅明
2. 発表標題 地方で AI を始めるには - AIから業務とビジネスを考える -
3. 学会等名 AIフェスティバルin金沢 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野 毅明
2. 発表標題 The Importance of Interpretability the Rules of AI and Machine Learning
3. 学会等名 A.I. Leaders Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 古谷 勇, 高木 拓也, 中島 祐人, 稲永 俊介, 坂内 英夫, 喜田 拓也
2. 発表標題 極大反復部分文字列に基づく文法圧縮
3. 学会等名 第171回アルゴリズム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥谷部 直弥, 喜田 拓也
2. 発表標題 データストリームに対する効率良い頻出アイテム発見アルゴリズム
3. 学会等名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥谷部 直弥, 谷 陽太, 喜田 拓也
2. 発表標題 データストリームに対する頻出値問題を解くアルゴリズムの実証実験
3. 学会等名 第17回情報科学フォーラム (FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金森 憲太郎, 原 聡, 石畠 正和, 有村 博紀
2. 発表標題 モデル選択のためのサポートベクトル列挙
3. 学会等名 第29回IBISML研究会, 情報論的学習理論と機械学習研究会, 電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ、沖縄科学技術大学院大学 (OIST)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Arimura, Kazuhito Osabe, Takeaki Uno
2. 発表標題 Optimization and Enumeration of Decision Trees from Massive Data Sets
3. 学会等名 Proc. 21st Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS 2017), ME-18, Quebec, Canada, July 16-21, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Arimura, Kazuhito Osabe, Takeaki Uno
2. 発表標題 Fast Enumeration Algorithms for Induced Trees in Graphs
3. 学会等名 Proc. 21st Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS 2017), Quebec, Canada, July 16-21, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Nishiura, Masaya Saito, Kei Sato, Kimihito Ito
2. 発表標題 Predicting the global spread of infectious diseases
3. 学会等名 The 1st US-Japan Workshop Enabling Global Collaborations in Big Data Research
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷 陽太, 古谷 勇, 平田 耕一, 有村 博紀
2. 発表標題 イベント系列からの有意性を考慮した菱形エピソードマイニング
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会予稿集, 人工知能学会, インタラクティブセッション, 4Pin1-27
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂上 陽規, 瀧川 一学, 有村 博紀
2. 発表標題 グラフ断片決定木を用いたグラフ特徴抽出手法
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会予稿集, 人工知能学会, インタラクティブセッション, 3Pin1-10
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂上 陽規, 栗田 和宏, 瀧川 一学, 有村 博紀
2. 発表標題 決定化されたグラフパターントライの学習アルゴリズム
3. 学会等名 第105回人工知能基本問題研究会(SIG-FPAI), SIG-FPAI-B508, 人工知能学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金森 憲太郎, 石島 正和, 湊 真一, 有村 博紀
2. 発表標題 順序決定木に対する正則化パラメータ推定の高速化
3. 学会等名 第105回人工知能基本問題研究会(SIG-FPAI), SIG-FPAI-B508, 人工知能学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗田 和宏, Alessio Conte, 和佐 州洋, 宇野毅明, 有村博紀
2. 発表標題 グラフに含まれる大きな内周を持つ部分グラフの効率良い列挙
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会, 早稲田大学, 東京, 2018年3月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuhiro Kurita, Alessio Conte, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno and Hiroki Arimura
2. 発表標題 Efficient Enumeration Algorithms for Connected Induced Subgraphs with Large Girth
3. 学会等名 The 20th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation (WAAC 2017), Hanyang University, Seoul, Korea (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗田 和宏, Alessio Conte, 和佐 州洋, 宇野 毅明, 有村 博紀
2. 発表標題 グラフに含まれる内周 $k$ 以上の連結誘導部分グラフの効率良い列挙
3. 学会等名 2017年度 夏のLAシンポジウム, 12, 天童温泉, 山形, 2017年7月
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗田 和宏, 和佐 州洋, 有村 博紀, 宇野 毅明
2. 発表標題 $k$ -縮退グラフに含まれる支配集合の列挙アルゴリズム
3. 学会等名 2018年度 冬のLAシンポジウム, 8, 京都大学数理解析研究所, 京都, 2018年2月
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno, Hiroki Arimura
2. 発表標題 An Efficient Enumeration Algorithm for Dominating Sets in $K$ -Degenerate graphs
3. 学会等名 電子情報通信学会 コンピューテーション研究会, (18), 高知工科大学永国寺キャンパス, 高知, 2017年12月
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Isamu Furuya and Takuya Kida
2. 発表標題 A Compact Expression of Church Numerals and Its Application to Higher-Order Compression
3. 学会等名 The 20th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation (WAAC2017), Hanyang University, Seoul, Korea (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuhiro Kurita, Kunihiro Wasa, Takeaki Uno, Hiroki Arimura
2. 発表標題 Efficient Enumeration of Induced Matchings in Graphs without Short Cycles
3. 学会等名 Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games 2016 (JCDCG <sup>3</sup> 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木耀一, 渋谷哲朗, 大森亮介, 伊藤公人, 有村博紀
2. 発表標題 正規化ハミング距離を用いた三次元点集合マッチングの高速化とインフルエンザウイルス解析への応用
3. 学会等名 情報処理学会第79回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木 耀一, 渋谷 哲朗, 大森 亮介, 伊藤 公人, 有村 博紀
2. 発表標題 ラベル情報と構造情報の相関を用いた三次元点集合マッチングの高速化とそのインフルエンザウイルス解析への応用
3. 学会等名 第9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 2017), 電子情報通信学会, 日本データベース学会, 情報処理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長部 和仁, 宇野 毅明, 有村 博紀
2. 発表標題 最適な順序付き決定木の高速発見とその文書分類への応用
3. 学会等名 第9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 2017), 電子情報通信学会, 日本データベース学会, 情報処理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高木 拓也, 有村 博紀
2. 発表標題 DAGの簡潔表現について
3. 学会等名 第9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 2017), 電子情報通信学会, 日本データベース学会, 情報処理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗田 和宏, 和佐 州洋, 宇野 毅明, 有村 博紀
2. 発表標題 長さ4の閉路を含まないグラフにおける誘導マッチングのならし定数時間列挙
3. 学会等名 2016年度冬のLAシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長部 和仁, 宇野 毅明, 有村 博紀
2. 発表標題 アイテム集合列挙に基づく最適な順序付き決定木の高速発見
3. 学会等名 人工知能学会 第102回人工知能基本問題研究会 (第102回SIG-FPAI)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三浦 健太, 喜田 拓也
2. 発表標題 花画像データセットの構築と畳み込みニューラルネットワークによる分類
3. 学会等名 第9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 2017), 電子情報通信学会, 日本データベース学会, 情報処理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古谷勇, 喜田拓也
2. 発表標題 高階圧縮における連続パターンのコンパクトな表現法
3. 学会等名 第162回アルゴリズム研究会, 情報処理学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Akihiro Yamamoto, Takuya Kida, Takeaki Uno, Tetsuji Kuboyama	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 357
3. 書名 Discovery Science - 20th International Conference, DS 2017, Kyoto, Japan, October 15-17, 2017, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 10558	

1. 著者名 Takeaki Uno (分担執筆)	4. 発行年 2016年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 1166(785-789)
3. 書名 Frequent Pattern Mining, Encyclopedia of Algorithms	

1. 著者名 Takeaki Uno (分担執筆)	4. 発行年 2016年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 1166(72-76)
3. 書名 Amortized Analysis on Enumeration Algorithms, Encyclopedia of Algorithms	

1. 著者名 湊真一	4. 発行年 2016年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 292 (125-144)
3. 書名 確率的グラフィカルモデル (離散構造処理の技法と確率モデル、第5章、鈴木讓 編著)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Publications: Hiroki Arimura <a href="http://www-ikn.ist.hokudai.ac.jp/~arim/publication.html">http://www-ikn.ist.hokudai.ac.jp/~arim/publication.html</a> 北海道大学, 情報知識ネットワーク研究室 <a href="http://www-ikn.ist.hokudai.ac.jp">http://www-ikn.ist.hokudai.ac.jp</a>
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	宇野 毅明  (bbb bbb)  (00302977)	国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授   (62615)	



## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	湊 真一  (bbb bbb)  (10374612)	京都大学・情報学研究科・教授    (14301)	
研究分担者	平田 耕一  (bbb bbb)  (20274558)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授    (17104)	
研究分担者	伊藤 公人  (bbb bbb)  (60396314)	北海道大学・人獣共通感染症リサーチセンター・教授    (10101)	
研究分担者	下園 真一  (bbb bbb)  (70243988)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授    (17104)	
研究分担者	喜田 拓也  (bbb bbb)  (70343316)	北海道大学・情報科学研究科・准教授    (10101)	