

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：32606

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00762

研究課題名（和文）機械学習計算基盤の構築と複数領域における画期的成果の創出

研究課題名（英文）Construction of Machine Learning Computing Base and Creation of Remarkable Contributions in Multiple Research Fields

研究代表者

申 吉浩 (Shin, Kilho)

学習院大学・付置研究所・教授

研究者番号：60523587

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 31,400,000円

研究成果の概要（和文）：【理論】編集距離とマッピングカーネルの類似を着眼点とした本研究は、圏論の視点から理論を整理し、人工知能分野のトップ会議であるAAAIに論文が採録された。最終的には、測度空間を対象、測度を保存する部分一対一可測写像を射とし、離散データ構造に限定せず、広い範囲のデータ構造に適用する共通手法として距離やカーネルを定義することに成功した。

【実装】理論に基づく概念をPythonから利用できるように実装し、GitHubなどで公開した。

【応用】100種類以上に及ぶ木カーネルの評価を行い、線形計算量を持ち、多くの領域で優れた性能を示す関数を特定した。また、情報セキュリティやSNS分析における応用例を報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能研究の基礎である機械学習では多くの手法や概念が提案されている。本研究の学術的意義は、これらの手法や概念のうち、重要な幾つかが共通の枠組みから導出できることを示した点にある。このことにより、例えば、文字列アラインメントを計算するために考案されたアルゴリズムを、共通枠組み中で抽象化し、次いで、木データに適用して具象化することで、木データのMAST問題に適用することが可能となる。このように、本研究が提案する共通枠組みにより、特定の分野における成果を他の分野に拡張・敷衍することが可能となる。この事実は、実用上でも重要な意義を持っており、データ分析において適用できる手法の幅を拡大する。

研究成果の概要（英文）：Theory: This research project started based on our discovery on certain similarity between edit distances and mapping kernels. Finally, we have developed a theory based on the category theory: Defining objects as measurable spaces and morphisms as bi-measurable and measure preserving partial bijection, we have succeeded to define methods such as distances and kernels in a common form applicable to a variety of data structures not limited to discrete structures.

Implementation: Based on the developed theory, we have implemented several concepts as libraries usable through Python API's. We have publicized them through GitHub, for example.

Applications: We have evaluated more than hundred kernels for trees, and have succeeded in identifying a particular one that is not only extremely efficient with a linear time complexity but also can show excellent performance. Moreover, we have reported many examples of application of our theory in information security and social data analysis.

研究分野：機械学習

キーワード：機械学習 人工知能 カーネル 編集距離 データの類似性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

代表者らは、畳み込みカーネルの一般化として、マッピングカーネルを提案し、その応用として木カーネルの研究をおこなっていた。その一方で、木の編集距離の研究を行う中で、編集距離における概念であるマッピング(トレース)を介して、編集距離の概念を一般化できること、そして、一般化された編集距離とマッピングカーネルの間に概念上の類似点が存在することに気が付いた。この類似性を理論的に突き詰めることにより、データの類似性に関する新しい考え方に到達できるのではないかと考えていた。

2. 研究の目的

本研究を開始する動機となった「マッピングを媒介とした編集距離と畳み込みカーネルの一般化」を理論的に追求することで、データの類似性を取り扱う新しい理論的枠組みを提案し、その枠組み内で、距離やカーネルに限らず既存の手法の一般化を試みるとともに、新規な手法の開発を目指す。

また、本研究の成果を具体的な問題に応用し、その有効性の検証を行う。

3. 研究の方法

理論を追求するチーム・成果の実装を担当するチーム・応用を行うチームの構成とする。実装に関しては、手法を開発した研究者がプロトタイピングを行い、プロトタイプに基づいて Python の API を提供するライブラリとして実装する作業を専門のプログラマーに委託する。応用については、広い範囲から専門家を分担者として招き、各々の専門分野での事例での検証研究を実施する。

4. 研究成果

機械学習の基礎はデータの類似性の定量的評価にある。実際、機械学習の主要な応用として分類・回帰・クラスタリングの3つが挙げられることが多いが、分類と回帰では、類似しているデータに同一のラベル、あるいは、近い数値を予測することを目的とし、クラスタリングは類似しているデータ同士を集めてデータの仕分けを行うことを目的とする。

データの類似性について考える時、例えば、画像認識などでは、画像の局所的な類似性に基づいて画像全体の類似性を評価する。画像には自然にトポロジーが定義され、全体画像は互いに全く異なる情報を伝えるものであっても、このトポロジーに関する近傍画素は共通の情動的な意味を有し、共通の方法で評価できるからである。同様に、データは構造を有していることが多く、例えば、(順序なし)木構造であれば、順序集合、半群、グラフとしてその構造を理解することができる。木構造データにおける「近傍」に相当する概念は、局所的な構造であり、近傍の概念は局所的に構造を保存する部分写像(写像の定義域が部分集合である写像)になるとかんがえることができる。構造を保存する写像とは、順序集合であれば順序を保存する全単射、半群であれば代数的同型写像、グラフであればグラフ同型写像である。

画像認識において近傍間の類似性を一定の方法で評価するように、一般のデータ構造においても局所的に構造を保存する写像、仮に、「部分同型写像」と呼ぶこととすると、部分同型写像の類似性を定量評価する関数を定める。データの局所的類似性を評価できるようになると、二つのデータの間において、部分同型写像の全体を考え、その定量化された類似度の最大値からデータ間の距離を定義することが可能となり、また、類似度の平均はカーネルを定めることができるようになる。これが、本研究において得られた最も重要な着眼である。

実際、文字列・木・グラフを対象に定義された既知の編集距離やマッピングカーネルを考えると、実は、それぞれの構造に関する部分同型写像をマッピングと定義して、上記の考え方に基づいて定義できる距離やカーネルと一致することが分かるのである。本研究において重要となった着眼は、部分同型写像に基づく距離やマッピングカーネルの定義は、具体的な構造(順序集合であるか、代数構造であるか、グラフであるか)に全く依存せず、部分同型写像が満たすべき抽象的な公理(例えば、推移律が成り立つこと)のみに基づくことの発見である。

この着眼は、我々を圏論(カテゴリー理論)的な視点へと導く。圏論はホモロジー代数の発明とともに整理された理論であり、対象(Object)と射(Morphism)によって、代数構造や準同型写像などの具体的な内容を隠蔽・捨象し、数学の複数の分野にわたって共通に成り立つ理論を構築する。本研究では、圏論の視点から、データの類似性評価の枠組みを整理し、新たな理論を開発した。この理論の要点を繰り返して述べれば、以下の2点になる。

- データ構造に基づく類似性は、データの局所的な類似性(近傍同士の類似性)により決定されると考える。
- 局所的な類似性は、具体的な構造(順序集合・代数構造・グラフ構造など。圏論の言葉では対象)局所的に構造を保存する部分同型写像(圏論の言葉では射)部分同型写像の類似度を決定する関数の三つ組によって、問題・適用領域ごとに具体的に定める。
- 局所的な類似性から導出されるデータ全体に対する類似性は、データの具体的な構造を捨象

して、構造・部分同型写像・局所類似度関数から共通の枠組みで定める。

本研究における理論の具体的な成果をいくつか述べることにする。

- (根付き)木構造は有向グラフ(辺に方向が定義されるグラフ)として定義する他に、辺の方向により順序関係を定義し順序集合として定義する方法、二つの頂点に対し直近共通祖先を求める関数を演算とする半群として定義する方法がある。一方、木の編集距離として、Tai 距離・Degree-Two 距離が知られていたが、実は、これらの距離は、それぞれ、順序を保存する部分同型写像、代数構造に関する部分同型写像を射として上記の枠組みの中で定義されることを示した。Constrained 距離など、木の編集距離として知られている他の距離も、射が満たすべき具象条件を定めることで同じ枠組み内で定義できることを示した。即ち、従来個別に研究されていた編集距離に対する、共通の一般化が得られたことを意味する。
- 代表者らは、本研究の枠組みに基いて木のマッピングカーネルを 100 種以上体系的に定義し、その性能評価を体系的に行なったが、カーネルは部分同型写像の類似度の平均、距離はその最大値であるという特徴づけに基づき、マッピングカーネルに一对一に対応する木の距離(マッピング距離)を定義し、その性能評価を体系的に実施した。その結果、多くの適用領域で共通に良い性能を示す少数の距離を特定することに成功した。
- データ構造と部分同型写像に基いて定義される距離とカーネルの間には、特定のデータ構造に依存しない共通の関係が存在することを示した。具体的には、カーネルの極限を用いて距離を定義することができることを示したのだが、この関係は、データ構造が文字列であろうと木であろうと、本研究で提案する抽象的な枠組み内で定義された関数であれば共通に成り立つ性質である。
- パターン抽出を、局所的な類似度を最大にする部分同型写像の探索問題と抽象的に定義することができることを示した。この考え方に基づくと、例えば、文字列のアライメント計算問題も、木データの MAST 問題(複数の木データに共通の最大の Agreement 木を探索する問題で、進化系統樹の計算などで利用される)も、抽象的なパターン抽出問題に帰着される。この帰着により、例えば、文字列のアライメントを計算するアルゴリズムを、MAST 問題を解くアルゴリズムに変換でき、また、その逆も可能である筈である。実際、本研究では、アライメント問題に対し良好な計算効率で近似解を求めることを目的とした Center Star Alignment アルゴリズムから、MAST 問題を解決するアルゴリズムを導出し、従来知られていなかった新規のアルゴリズムであり、また従来のアルゴリズムに比較して小さな計算量で計算できることを確認した。

上記枠組みに関する基本的なアイデア、及び、枠組みから導出される理論的成果の一部は、人工知能・機械学習分野のトップ会議の一つである AAAI-20 (Association for the Advancement of Artificial Intelligence)において発表している。

本研究で整理した理論的枠組みから導出されるアルゴリズムは、広く研究コミュニティで利用できるように Python を API としたライブラリーなどとしての実装を進めており、その一部は GitHub などの手段で公表する。

また、これらのアルゴリズムを現実の問題に適用して、その有効性を検証する研究も実施した。その成果の一例として、情報セキュリティにおける重要問題であるフェイクサイト(フィッシングサイト)検出に取り組み、木の構造をとる DoM 構造に基づく分類問題を木カーネルを用いて解決する手法を開発した。本研究の枠組みに基いて定義できる 100 種類を超える木カーネルをフェイクサイト検出問題に適用し、もっとも良い性能を示すカーネルを特定、99%を超える正解率でフェイクサイトを検出する技術の開発に成功した。この研究は、兵庫県警察本部とインターネット事業会社の協力を得て実施したもので、各種メディアで報道され、実用化も検討されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Adrian Pino Angulo, Kilho Shin	4. 巻 49(5)
2. 論文標題 Mrmr+ and Cfs+ feature selection algorithms for high-dimensional data.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Appl. Intell	6. 最初と最後の頁 1954 - 1967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10489-018-1381-1	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 白髪 宙海, 村本 直樹, 高橋 克郎, 大島 裕明	4. 巻 18-J - 9
2. 論文標題 飲食店レビューサイトにおける再訪問・初訪問レビューの分類	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本データベース学会和文論文誌	6. 最初と最後の頁 N/A
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 S. Nobukawa, H. Nishimura, and T. Yamanishi	4. 巻 9 (4)
2. 論文標題 Pattern Classification by Spiking Neural Networks Combining Self-Organized and Reward-Related Spike Timing-Dependent Plasticity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research	6. 最初と最後の頁 283-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2478/jaiscr-2019-0009	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 S. Nobukawa, H. Nishimura, and T. Yamanishi	4. 巻 9 - 12749
2. 論文標題 Temporal-specific complexity of spiking patterns in spontaneous activity induced by a dual complex network structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports, Nature Publishing Group (2019/9)	6. 最初と最後の頁 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-49286-8	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 鶴 鉄雄, 菅原正博, 西村治彦	4. 巻 19 (1)
2. 論文標題 深層ニューラルネットによるファッション画像のシルエット識別の実現に向けた試み	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 117-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-19-00026	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 Angulo Adrian Pino, Shin Kilho	4. 巻 49
2. 論文標題 Mmr+ and Cfs+ feature selection algorithms for high-dimensional data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Intelligence	6. 最初と最後の頁 1954 ~ 1967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10489-018-1381-1	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 Tianyu Zhang, Qian Zhao, Kilho Shin, Yukikazu Nakamoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Bayesian-Optimization-Based Peak Searching Algorithm for Clustering in Wireless Sensor Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Sensor and Actuator Networks	6. 最初と最後の頁 2 ~ 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jsan7010002	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 Pino Angulo Adrian, Shin Kilho, Vel?zquez-Rodr?guez Camilo	4. 巻 7
2. 論文標題 Improving the genetic bee colony optimization algorithm for efficient gene selection in microarray data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 399 ~ 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13748-018-0161-9	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 Ohno Tatsuya, Sakai Kensuke, Takabatake Yoshimasa, I Tomohiro, Sakamoto Hiroshi	4. 巻 52-53
2. 論文標題 A faster implementation of online RLBWT and its application to LZ77 parsing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Discrete Algorithms	6. 最初と最後の頁 18 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jda.2018.11.002	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 Kawaguchi Taiga, Yoshino Takuya, Hirata Kouichi	4. 巻 11351
2. 論文標題 Earth Mover 's Distance Between Rooted Labeled Unordered Trees Formulated from Complete Subtrees	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 65 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-05499-1_4	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 Nobukawa Sou, Yamanishi Teruya, Nishimura Haruhiko, Wada Yuji, Kikuchi Mitsuru, Takahashi Tetsuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Atypical temporal-scale-specific fractal changes in Alzheimer 's disease EEG and their relevance to cognitive decline	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cognitive Neurodynamics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11571-018-9509-x	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 Taiga Kawaguchi, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata	4. 巻 10751
2. 論文標題 Proc. 10th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2018)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 276-286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-75417-8_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 Natsuki Kiyota, Sho Shimamura, Kouichi Hirata	4. 巻 10558
2. 論文標題 Extacting Mutually Dependent Multisets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 267-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-67786-6_19	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 Kilho Shin	4. 巻 152
2. 論文標題 On Infinite Divisibility of Convolution and Mapping Kernels	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fundamenta Informaticae	6. 最初と最後の頁 87-105
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 Takako Hashimoto, Tetsuji Kuboyama, Hiroshi Okamoto, Kilho Shin	4. 巻 301
2. 論文標題 Topic Extraction from Millions of Tweets Based on Community Detection in Bipartite Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Information Modelling and Knowledge Bases XXIX	6. 最初と最後の頁 395 - 408
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 Hirata Kouichi, Yoshino Takuya, Ishizaka Yuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Anchored Alignment Distance between Rooted Labeled Unordered Trees	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Federated Conference on Computer Science and Information Systems	6. 最初と最後の頁 439-446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15439/2017F73	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 Tianyu Zhang, Qian Zhao, Kilho Shin and Yukikazu Nakamoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Bayesian- optimization-based peak searching algorithm for clustering in wireless sensor networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Sensor and Actuator Networks	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) 10.3390/jsan70100	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 橋本英奈, 宮崎夏美, 市野将嗣, 久保山哲二, 越前功, 吉浦裕	4. 巻 58(12)
2. 論文標題 機械学習を用いたソーシャルネットワークと履歴書の照合方式の提案	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1863-1874
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 Tokuhara Fumiya, Miyahara Tetsuhiro, Kuboyama Tetsuji, Suzuki Yusuke, Uchida Tomoyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Acquisition of multiple block preserving outerplanar graph patterns by an evolutionary method for graph pattern sets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IWCI A 2017	6. 最初と最後の頁 191-197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IWCI A.2017.8203583	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 Fumiya Tokuhara, Tetsuhiro Miyahara, Tetsuji Kuboyama, Yusuke Suzuki, Tomoyuki Uchida	4. 巻 10191
2. 論文標題 A Context-Aware Fitness Function Based on Feature Selection for Evolutionary Learning of Characteristic Graph Patterns	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACIIDS(1) LNCS	6. 最初と最後の頁 748-757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-54472-4_70	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 Kilho Shin	4. 巻 152
2. 論文標題 On Infinite Divisibility of Convolution and Mapping Kernels	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fundamenta Informaticae	6. 最初と最後の頁 87-105
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 -

〔学会発表〕 計64件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 45件)

1. 発表者名 Kilho Shin, Dave Shepard
2. 発表標題 Morphism-Based Learning for Structured Data.
3. 学会等名 AAAI 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 Kilho Shin, Kenta Okumoto, Dave Shepard, Tetsuji Kuboyama, Takako Hashimoto, Hiroaki Ohshima
2. 発表標題 A Fast Algorithm for Unsupervised Feature Value Selection.
3. 学会等名 ICAART 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Akira Kusaba, Dave Shepard, Tetsuji Kuboyama, Kilho Shin, Takeaki Uno
2. 発表標題 Twitter Topic Progress Visualization using Micro-clustering.
3. 学会等名 ICPRAM 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1 . 発表者名 Yohei Yoshimoto, Masaharu Kataoka, Yoshimasa Takabatake, Tomohiro I, Kilho Shin, Hiroshi Sakamoto:
2 . 発表標題 Faster Privacy-Preserving Computation of Edit Distance with Moves.
3 . 学会等名 WALCOM 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2019年 ~ 2020年

1 . 発表者名 Takako Hashimoto, Takeaki Uno, Tetsuji Kuboyama, Kilho Shin, Dave Shepard
2 . 発表標題 Time Series Topic Transition Based on Micro-Clustering.
3 . 学会等名 BigComp 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Naoki Muramoto, Hiromi Shiraga, Kilho Shin, Hiroaki Ohshima
2 . 発表標題 Fatten Features and Drop Wastes: Finding Repeaters' Reviews by Feature Generation and Feature Selection.
3 . 学会等名 iiWAS 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Katsuroou Takahashi, Hiroaki Ohshima, Kilho Shin
2 . 発表標題 Generating Anthropomorphism of Subject and Verb by Transformation Matrix.
3 . 学会等名 iiWAS 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yohei Yoshimoto, Masaharu Kataoka, Yoshimasa Takabatake, Tomohiro I, Kilho Shin, Hiroshi Sakamoto
2 . 発表標題 Faster Privacy-Preserving Computation of Edit Distance with Moves.
3 . 学会等名 CoRR abs/1911.10719 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tianyu Zhang, Lei Zhu, Qian Zhao, Kilho Shin
2 . 発表標題 Neural Networks Weights Quantization: Target None-retraining Ternary (TNT).
3 . 学会等名 NeurIPS 2020 / CoRR abs/1912.09236 (国際学会)
4 . 発表年 2019年 ~ 2020年

1 . 発表者名 Travis Gagie, Tomohiro I, Giovanni Manzini, Gonzalo Navarro, Hiroshi Sakamoto, Yoshimasa Takabatake
2 . 発表標題 Rpair: Rescaling RePair with Rsync.
3 . 学会等名 SPIRE 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kusaba, A., Kuboyama, T., and Hashimoto, T.
2 . 発表標題 Time Series Electricity Consumption Analysis using Non-negative Matrix Factorization
3 . 学会等名 The 2019 IEEE 10th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本隆子
2. 発表標題 福祉の現場から 大規模災害後の数億件規模のツイートからの情報拡散パターンの分析: 話題の多様性がデマ発見のキーとなる.
3. 学会等名 地域ケアリング
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toki Matsumoto, Yukikazu Nakamoto, Ryota Yamamoto, Shinya Honda, and Kazutoshi Wakabayashi
2. 発表標題 Convolution neural network development support system using approximation methods to evaluate inference accuracy and memory usage in an embedded system
3. 学会等名 Proc. of 2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukikazu Nakamoto
2. 発表標題 Some technology issues in a connected world
3. 学会等名 The 17th IEEE International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing (DASC 2019), The Eighteenth International Workshop on Assurance in Distributed Systems and Networks (ADSN2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rabin Maharjan, Koichi Shiraishi, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto, Hiroaki Ohshima
2. 発表標題 Development of IoT Monitoring Device and Prediction of Daily Life Behavior
3. 学会等名 Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村本 直樹, 橋口 友哉, 藤田 澄男, 申 吉浩, 山本 岳洋, 湯本 高行, 大島 裕明
2. 発表標題 消費者の語彙と販売者の語彙の類似性を考慮した商品検索
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), D4-1
4. 発表年 2019年~2020年

1. 発表者名 ファム フーロン, マハルジャン ラビン, 橋口 友哉, 白石 晃一, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 大島 裕明
2. 発表標題 独居高齢者と遠隔地家族のコミュニケーションを促進させる見守りサービス
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), J6-1
4. 発表年 2019年~2020年

1. 発表者名 堂本 凌祐, 申 吉浩, 大島 裕明
2. 発表標題 特徴値選択における正規化相互情報量と分類正解率の関係分析
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), E8-2
4. 発表年 2019年~2020年

1. 発表者名 顧 席銘, 森川 優, 稲村 直樹, 小淵 浩希, 大島 裕明
2. 発表標題 半教師あり学習を用いた雲の種類と状態の分類
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), E8-1
4. 発表年 2019年~2020年

1. 発表者名 橋口 友哉, 山本 岳洋, 藤田 澄男, 大島 裕明
2. 発表標題 CQAコンテンツからの類似する悩みの発見
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), D6-4
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 中田 祐誠, 村本 直樹, 山本 岳洋, 藤田 澄男, 大島 裕明
2. 発表標題 ウェブ検索ログを用いたユーザの商品購買行動予測
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), A5-4
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 崔 洙湖, 木村 壘, 南川 敦宣, 黒柳 茂, 申 吉浩, 大島 裕明
2. 発表標題 ウェブ広告閲覧履歴を用いたユーザ属性の推定
3. 学会等名 電子情報通信学会, 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 (DEIM Forum 2020), F2-4
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 村本 直樹, 湯本 高行, 大島 裕明
2. 発表標題 商品の利用目的の特徴表現と検索への応用
3. 学会等名 2019年度 情報処理学会関西支部 支部大会, G-19
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 マハルジャン ラビン, 白石 晃一, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 大島 裕明
2. 発表標題 IoT見守りデバイスの開発とセンサデータからの行動予測
3. 学会等名 2019年度 情報処理学会関西支部 支部大会, G-26
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 高橋 克郎, 大島 裕明
2. 発表標題 分散表現空間間の変換行列による擬人化の比喻表現の自動生成
3. 学会等名 情報処理学会研究報告, Vol.2019, No.15, 2019-IFAT-136
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 T. Tsuru, M. Sugahara, and H. Nishimura
2. 発表標題 A Classification Method for Silhouettes of Various Clothes
3. 学会等名 Proceedings of the 5th International Symposium on Affective Science and Engineering (ISASE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Takeaki Uno, Tetsuji Kuboyama, Kilho Shin, Dave Shepard
2. 発表標題 Time Series Topic Transition Based on Micro-Clustering
3. 学会等名 BigComp 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kilho Shin, Taichi Ishikawa
2. 発表標題 Linear-time algorithms for the subpath kernel
3. 学会等名 29th CPM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kilho Shin, Taro Niiyama
2. 発表標題 The Mapping Distance - a Generalization of the Edit Distance - and its Application to Trees
3. 学会等名 ICAART 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kilho Shin, Taro Niiyama
2. 発表標題 Parameterized Mapping Distances for Semi-Structured Data
3. 学会等名 International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shunta NakagawaTokio SakamotoYoshimasa TakabatakeTomohiro IKilho ShinHiroshi Sakamoto
2. 発表標題 Privacy-Preserving String Edit Distance with Moves
3. 学会等名 SISAP 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuya Ohno, Keisuke Goto, Yoshimasa Takabatake, Tomohiro I, Hiroshi Sakamoto
2. 発表標題 LZ-ABT: A Practical Algorithm for ϵ -Balanced Grammar Compression
3. 学会等名 IWOCA 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho Shimamura, Kouichi Hirata
2. 発表標題 The Reselection of Adjacent Sets by Consistency-Based Feature Selection Algorithm
3. 学会等名 ICISS2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Muraka, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata
2. 発表標題 Vertical and Horizontal Distances to Approximate Edit Distance for Rooted Labeled Caterpillars
3. 学会等名 ICPRAM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mikio Mizukami, Tetsuji Kuboyama, Kouichi Hirata
2. 発表標題 Bipartite Edge Correlation Clustering: Finding an Edge Biclique Partition from a Bipartite Graph with Minimum Disagreement
3. 学会等名 ICPRAM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Naoya Higuchi, Yasunobu Imamura, Tetsuji Kuboyama, Kouichi Hirata, Takeshi Shinohara
2 . 発表標題 Fast Nearest Neighbor Search with Narrow 16-Bit Sketch
3 . 学会等名 ICPRAM2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yasunobu Imamura, Naoya Higuchi, Takeshi Shinohara, Kouichi Hirata, Tetsuji Kuboyama
2 . 発表標題 Annealing by Increasing Resampling in the Unified View of Simulated Annealing
3 . 学会等名 ICPRAM2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takuya Yoshio, Kohei Muraka, Kouichi Hirata
2 . 発表標題 LCA Histogram Distance for Rooted Labeled Caterpillars
3 . 学会等名 KDIR 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kohei Muraka, Takuya Yoshino, Kouichi Hirata
2 . 発表標題 Computing Edit Distance between Rooted Labeled Caterpillars
3 . 学会等名 WCO 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Katsuroou Takahashi, Hiroaki Ohshima
2. 発表標題 Transitivity of Transformation Matrices to Bridge Word Vector Spaces Over Time
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiyuki Shoji, Katsuroou Takahashi, Martin J. Durst, Yusuke Yamamoto, Hiroaki Ohshima
2. 発表標題 Location2Vec: Generating Distributed Representation of Location by Using Geo-tagged Microblog Posts
3. 学会等名 SocInfo 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 克郎, 大島 裕明
2. 発表標題 分散表現空間の基底変換に基づく時系列横断の類義語トラッキング
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白髪 宙海, 村本 直樹, 高橋 克郎, 大島 裕明
2. 発表標題 飲食店レビューにおける再訪問ユーザの行動の分析
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 マハルジャン ラビン, 白石 晃一, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 大島 裕明
2. 発表標題 話題提供を行うための独居家族との「気配」共有システム
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白髪 宙海, 村本 直樹, 大島 裕明
2. 発表標題 食べログの再訪問レビューの発見
3. 学会等名 第11回Webとデータベースに関するフォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Qian Zhao, Toki Matsumoto, Yukikazu Nakamoto, Shinya Honda, Kazutoshi Wakabashi
2. 発表標題 A Compact and Efficient Inference Technique for Deep Neural Networks on FPGAs
3. 学会等名 IEEE International Symposium on low-power and high-speed chips (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本 斗貴, 中本幸一, 山本 椋太, 本田晋也, 若林一敏
2. 発表標題 組込みシステム向け DNN開発支援システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sou Nobukawa, Tomoaki Sekine, Masaru Chiba, Teruya Yamanishi, and Haruhiko Nishimura
2. 発表標題 Risk Analysis of Financial Time-series Using Multi-Scale Entropy
3. 学会等名 SICE2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Pascual Martinez-Gomez and Yusuke Miyao
2. 発表標題 Characterization of a Tree Mapping Algorithm for Tree-to-Tree Transducer Induction
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Tetsuji Kuboyama, Hiroshi Okamoto, Kilho Shin
2. 発表標題 Topic Extraction on Twitter Considering Author's Role Based on Bipartite Networks.
3. 学会等名 DS2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Naoya Higuchi, Yasunobu Imamura, Tetsuji Kuboyama, Kouichi Hirata, Takeshi Shinohara
2. 発表標題 Nearest Neighbor Search using Sketches as Quantized Images of Dimension Reduction
3. 学会等名 ICPRAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Taiga Kawaguchi , Kouichi Hirata
2 . 発表標題 Earth Mover's Distance for Rooted Labeled Unordered Trees based on Tai Mapping Hierarchy
3 . 学会等名 ICPRAM 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yasunobu Imamura, Naoya Higuchi, Tetsuji Kuboyama, Kouichi Hirata, Takeshi Shinohara
2 . 発表標題 Pivot Selection for Dimension Reduction using Annealing by Increasing Resampling
3 . 学会等名 LWDA 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Taiga Kawaguchi , Kouichi Hirata
2 . 発表標題 On the Earth Mover's Distances Based on Complete Subtrees for Rooted Labeled Trees
3 . 学会等名 SISA 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Sho Shomamura, Kouichi Hirata
2 . 発表標題 On the Applications of Iterative Consistency-Based Feature Selection to Nucleotide Sequences for Influenza A Viruses
3 . 学会等名 SISA 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Sho Shimamura, Kouichi Hirata
2. 発表標題 Iterative Feature Selection Based on Binary Consistency
3. 学会等名 ESKM 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Qian Zhao, Toki Matsumoto, Yukikazu Nakamoto, Shinya Honda, Kazutoshi Wakabashi
2. 発表標題 A Compact and Efficient Inference Technique for Deep Neural Networks on FPGAs
3. 学会等名 IEEE International Symposium on low-power and high-speed chips 21 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本 斗貴, 趙 茜, 中本 幸一
2. 発表標題 組込みシステムにおける深層学習フレームワークによる学習結果を用いた認識機能の自動生成の試み
3. 学会等名 情報処理学会第80回 全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuji Kuboyama
2. 発表標題 Polishing Big Data for Interpretable Results and Simple Algorithm Design
3. 学会等名 ACIIDS2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kilho Shin, Taro Niiyama
2. 発表標題 The Mapping Distance - a Generalization of the Edit Distance - and its Application to Trees
3. 学会等名 ICAART (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Hiroshi Okamoto, Tetsuji Kuboyama, Kilho Shin:
2. 発表標題 Topic life cycle extraction from big Twitter data based on community detection in bipartite networks
3. 学会等名 BigData 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Tetsuji Kuboyama, Hiroshi Okamoto, Kilho Shin
2. 発表標題 Topic Extraction on Twitter Considering Author's Role Based on Bipartite Networks.
3. 学会等名 DS2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takako Hashimoto, Tetsuji Kuboyama, Hiroshi Okamoto, Kilho Shin
2. 発表標題 Topic Extraction from Millions of Tweets Based on Community Detection in Bipartite Networks
3. 学会等名 EJC 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kiho Shin, Tetsuji Kuboyama, Tetsuhiro Miyahara, Kenji Tanaka
2. 発表標題 Multiple Alignments of Data Objects and Generalized Center Star Algorithm.
3. 学会等名 FSDM 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	宮尾 祐介 (Yusuke Miyao) (00343096)	国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授 (62615)	
研究分担者	岡本 洋 (Hiroshi Okamoto) (00374067)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・特任研究員 (12601)	
研究分担者	平田 耕一 (Kouichi Hirata) (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	西村 治彦 (Haruhiko Nishimura) (40218201)	兵庫県立大学・応用情報科学研究科・教授 (24506)	
研究分担者	竹村 匡正 (Tadamasa Takemura) (40362496)	兵庫県立大学・応用情報科学研究科・教授 (24506)	

6. 研究組織（つづき）

	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	坂本 比呂志 (Hiroshi Sakamoto) (50315123)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授 (17104)	
研究分担者	中本 幸一 (Kouichi Nakamoto) (70382273)	兵庫県立大学・応用情報科学研究科・教授 (24506)	
研究分担者	久保山 哲二 (Tetsuji Kuboyama) (80302660)	学習院大学・付置研究所・教授 (32606)	
研究分担者	橋本 隆子 (Takako Hashimoto) (80551697)	千葉商科大学・商経学部・教授 (32504)	
研究分担者	山下 純司 (Yoshikazu Yamashita) (90282532)	学習院大学・法学部・教授 (32606)	
研究分担者	大島 裕明 (Hiroaki Ohshima) (90452317)	兵庫県立大学・応用情報科学研究科・准教授 (24506)	
研究分担者	沼田 龍介 (Ryusuke Numata) (30615787)	兵庫県立大学・シミュレーション学研究科・准教授 (24506)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------