

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：24304
研究種目：基盤研究(B) (一般)
研究期間：2018～2020
課題番号：18H03243
研究課題名(和文)ビッグデータ学習による意味的情報検索

研究課題名(英文)Semantic Search by Big Data Learning

研究代表者

田中 克己(Tanaka, Katsumi)

福知山公立大学・情報学部・教授

研究者番号：00127375

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：機械学習によって、意味類似検索の実現、検索結果ランキングの改善を図る研究・生成型深層学習による新規データ生成の研究を行った。具体的には、機械学習による意味類似検索の研究では、語の分散表現法を長期間に亘って適用できるようにするための研究、地物の意味類似検索を行うアルゴリズムの開発などを行い成果を得た。ランキング学習の研究では、エンティティの順序に関するデータを機械学習することでランキング性能を改善する文脈誘導型ランキング学習方式を開発した。さらに、強化学習を用いたクエリ修正によるデータ収集方式の研究も行い、特定のイベントについて言及するマイクロブログを効率的に取得する方法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

情報検索は、検索エンジンに代表されるように、社会において必須の機能となり、日々多くの人々が日常的にサーチを行っている。本研究は、検索エンジンの検索性能の向上を目指し、機械学習を情報検索の中にどのように取りこむと検索性能が向上するかを研究したものである。本研究により、従来のキーワード・マッチングによる検索ではなく、キーワードとして与えられた「語」や「地物名」と意味が類似する「語」や「地物」の検索が行えるようになった。さらに、機械学習を用いて、検索結果のランキング性能を大幅に改善できる新しいランキング学習方式も開発した。また、生成型深層学習を用いた新規データの生成法についても研究を行った。

研究成果の概要(英文)：We conducted research on semantic information retrieval, search result ranking algorithm, new information generation by using machine learning. As for semantic information retrieval, we improved word2vec algorithms so that they can handle (1) similar-term finding in long-range period, and (2) similar geometric objects finding. Next, we developed search-result ranking algorithm based on machine learning of entity-ordering. Furthermore, we have developed machine-learning-based data acquisition algorithms for microblog data.

研究分野：情報検索，データベース，データマイニング

キーワード：情報検索 データベース データマイニング 機械学習

1. 研究開始当初の背景

語の意味の分散表現法の研究は、米国 Google 社（当時）の T. Mikolov らの Skip-gram モデルの研究（NIPS 2013）や、Stanford 大学の C. D. Manning らの GloVe（EMNLP2014）が著名であった。これらの研究は語の意味抽出方式の研究であり、語の意味の分散表現を情報検索に活用した研究では無かった。

実際、語の意味の分散表現を情報検索に活用した研究は、申請者らの研究（図1）以外はあまり存在しなかった。

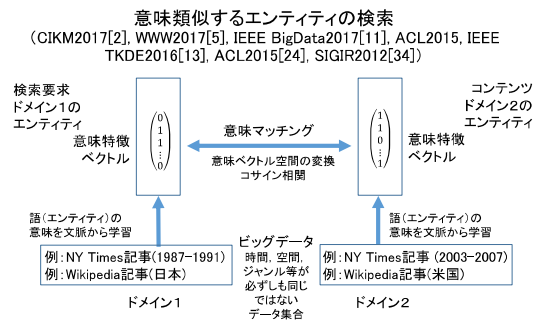


図1：申請者らの従来の研究

文脈学習を多段的・階層的に行う「深層学習」技術を情報検索に活用する研究は当時、急速に活発化しており、特に H. Li らの深層学習を用いた情報検索モデル（SIGIR 2016 Tutorial）、B. Mitra らのクリックスルーデータの深層学習による検索クエリ修正（ACM SIGIR '15）や P.-S. Huang らのクリックスルーデータの深層学習による意味モデル（ACM CIKM '13）の研究があるが、これらは検索クエリを文字列レベルで扱う点が本研究との違いであった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、検索性能（適合率・再現率・ランキング性能等）の向上を図るために、検索エンジンに、語の意味学習が行える機械学習機能を導入して、新しい意味検索処理技術を開発することである。検索エンジンには、検索対象となる膨大な量のコンテンツ、および、検索時に生成されるユーザのクリックスルーデータが存在する。このようなビッグデータを学習して、検索要求と対象コンテンツの意味レベルのマッチングを行える、新しい意味的情報検索（semantic search）技術を開発する。

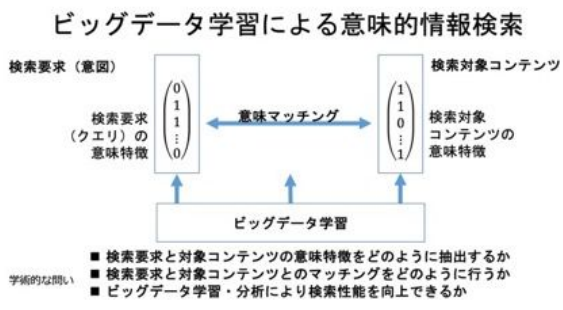


図2 ビッグデータ機械学習による意味情報検索

図2に示すように、検索要求と対象コンテンツの意味レベルのマッチングを行える情報検索システムを構築するためには、情報検索に関する以下のような核心的な学術的「問い」に答える必要がある。すなわち、

- ・「検索要求と対象コンテンツの意味特徴をどのように抽出・表現するのが良いか」
- ・「検索要求と対象コンテンツとの意味マッチングをどのようにすれば良いか」
- ・「データを事前学習することで、どのような検索性能の向上が図れるか」

が最も核心的な学術的「問い」になると考えられる。

3. 研究の方法

(1) 情報検索のための語の意味学習方式

申請者らの、語の分散表現法を用いた、エンティティのアナロジー検索の従来研究（図1）は、あるドメイン（ある時間区間の文書集合）のエンティティと意味が類似する他ドメイン（別の時間区間の文書集合）のエンティティを検索するものであり、ドメイン毎に語（エンティティ）の意味ベクトル空間を生成し、この意味ベクトル空間を同一の空間になるように変換し、類似する意味ベクトルをコサイン相関で求めるものであった。

どのような時間区間をドメインとするのが適当か、新たな時間区間のドメインの意味ベクトル空間を自動的に導出できるかなどが課題であったため、このような課題の解決を本研究で進めることとした。

さらに、「語」の意味学習を2次元的に拡張し「地物」の意味学習を可能とする方法も研究課題とした。

(2) 認知的検索意図の推定と検索に関する研究

申請者らの従来の研究は、認知的属性（具体性、信頼性、実効性など）の意味を、例えば、語の具体性 = 語の具象度 + 語の心象度、情報源の信頼性 = 情報源の信用度 + 情報源の専門性といった社会心理学の知見をもとにあらかじめ与えて検索処理をするものであった。

本研究では、認知的属性の意味を文脈学習により直接獲得するというアプローチを採用することとした。

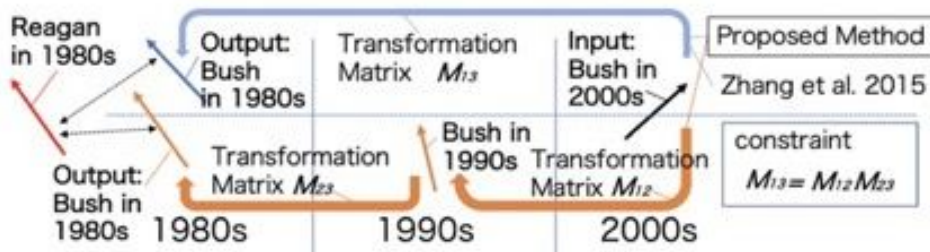
4. 研究成果

機械学習によって、意味類似検索や検索結果ランキング・クエリ修正の改善を図るための研究を行うと共に、当初予定には無かった生成型深層学習による新規データ生成の研究を行い、主に、以下のような研究成果を得た。

(1)機械学習による意味類似検索の研究

主に、以下の研究を行い成果を得た。

語の「意味」はその語の周辺の語群（文脈）で表せるという仮説（Harris, 1954）に基づき開発された Word2Vec 機械学習法が、時代を超えて適用できるかを検討した。特に、各時代毎に生成された Skipgram ニューラルネットワーク群の間で推移律が適用できる可能性について検討し長期にわたる Skipgram ニューラルネットの導出を可能とした。



[Transitivity of transformation matrices to bridge word vector spaces over 1000 years, The Journal of Supercomputing, December 2020]

Word2Vec 手法を「語」ではなく、「地物」に拡張して適用できるかどうかを検討した。語の意味はその周辺に出現する語集合で規定されるが、周辺に出現する語集合は、文章などの 1 次元的な構造を持っているが、「地物」(地図オブジェクト)の周辺は 2 次元的な空間における周辺地物となる。このことに注目して、地物を対象とした Location2Vec 機械学習法を検討し開発した。

Place in Tokyo	Place in Kyoto
Dining district in a small station	Peaceful residential area
Dining district in high-end area	Dining district in high-end area
Commercial building in big station	Commercial building in midsize station
Dining district in a old town	Out of downtown
Road-side in commuter town	Residential area in suburb
Backstreet of shopping street	A famous temple
University	Event areas near Kyoto station
Luxury office area	Road-side in suburbs
Station in a commuter town	Interchange in suburban area
Residential area along a river	Residential area next to imperial palace

[Tokyo と Kyoto における「類似」する地物のペア, Location2Vec: Generating Distributed Representation of Location by Using Ge-Tagged Microblog Posts, Social Informatics - 10th International Conference, SocInfo 2018, St. Petersburg, Russia, September 25-28, 2018]

(2)文脈誘導型ランキング学習の研究

主に、以下の研究を行い成果を得た。

エンティティ（事象）の属性に基づきランキングを学習する方法

エンティティの順序に関するデータが多くないときに過学習が起こりやすくなることを指摘し、この問題に対してランキングの基準とエンティティの属性の文脈を利用する「文脈誘導型ランキング学習法」を提案した。3 種類のデータセットと 158 種類のランキングを用いて実験を行い、既存のランキング学習手法に比べて精度良くランキングが学習できていることが確認された。

論文中の表に対し適切なキャプション（説明）を自動生成する方法

文献・文書中の表に対し適切なキャプションを自動生成するために、論文中のどの文を参考にすべきかを判定する方法について検討を行い、提案手法では、本文と表から様々な特徴を抽出しランキング学習を用いて有用な文を特定することが可能となった。

他に、映画レビュー情報を機械学習（Learning to Rank）し、キーワードや具体例を入力して検索する手法も開発した。

	Accuracy			
	City	Country	Camera	Total
RankNet [5]	0.482 (0.023)	0.478 (0.025)	0.530 (0.030)	0.497 (0.015)
RankBoost [16]	0.513 (0.028)	0.636 (0.024)	0.552 (0.036)	0.557 (0.018)
LinearFeature [29]	0.566 (0.019)	0.670 (0.024)	0.614 (0.034)	0.609 (0.015)
LambdaMART [31]	0.614 (0.021)	0.659 (0.019)	0.697 (0.024)	0.654 (0.013)
ListNet [7]	0.559 (0.020)	0.518 (0.022)	0.504 (0.031)	0.530 (0.014)
CGL (TF-IDF, Linear)	0.661 (0.017)	0.716 (0.022)	0.823 (0.019)	0.730 (0.012)
CGL (TF-IDF, RBF)	0.661 (0.019)	0.725 (0.021)	0.799 (0.019)	0.724 (0.012)
CGL (Distributed, Linear)	0.646 (0.020)	0.701 (0.023)	0.798 (0.021)	0.712 (0.013)
CGL (Distributed, RBF)	0.661 (0.018)	0.731 (0.022)	0.804 (0.021)	0.728 (0.013)

[エンティティ（事象）の属性に基づきランキングを学習する CGL 手法の評価，Context-Guided Learning to Rank Entities, European Conference on Information Retrieval ECIR 2020: Advances in Information Retrieval, April 2020]

(3) 強化学習を用いたクエリ修正によるデータ（マイクロブログ）収集

特定のイベントについて言及するマイクロブログを効率的に取得する方法を提案した．提案手法では，再帰型ニューラルネットワークによって，あるクエリ修正手法が有効であるかどうかを予測し，強化学習のフレームワークに基づいてどのようにクエリ修正を行っていくべきかを決定する．Twitter を利用した実験の結果，提案手法により効率的なマイクロブログ収集が可能であることがわかった．

(4) 生成型深層学習による新規データ生成

種々の分野で，生成型深層学習を用いて新規データを自動生成する手法を開発した．

(1) アパレルデザイン分野

好みの形状・柄の服の写真を与えると，それらを合成した写真を自動生成する．

(2) ラップバトル分野

入力された台詞への返答となるような台詞を生成するために，テンプレートとなる台詞の内容を BERT を用いて変更する．

(3) 芸術作品分野

深層学習を用いて芸術作品画像から日常生活で起こりうる場面を想起させる注釈文を自動生成する．

(4) 地理情報システム分野

表示されるオブジェクト群が動的に変化する略地図自動生成を行う．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Katsuryu Takahashi, Hiroaki Ohshima	4. 巻 -
2. 論文標題 Transitivity of Transformation Matrices to Bridge Word Vector Spaces over 1000 Years	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Supercomputing	6. 最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11227-020-03584-5	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 Makoto P. Kato, Wiradee Imrattana-trai, Takehiro Yamamoto, Hiroaki Ohshima, and Katsumi Tanaka	4. 巻 12035
2. 論文標題 Context-guided Learning to Rank Entities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Information Retrieval, Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS, volume 12035)	6. 最初と最後の頁 83-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-45439-5	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 Jun-Li Lu, Makoto P. Kato, Takehiro Yamamoto, Katsumi Tanaka	4. 巻 13
2. 論文標題 Searching for Microblogs Referring to Events by Deep Dynamic Query Strategies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌データベース (TOD), 13(2), (2020-04-16)	6. 最初と最後の頁 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 Imrattana-trai Wiradee, P. Kato Makoto, Yoshikawa Masatoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Identifying Entity Properties from Text with Zero-shot Learning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SIGIR'19: Proceedings of the 42nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval	6. 最初と最後の頁 195-204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3331184.3331220	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 Yijun Duan, Adam Jatowt, and Katsumi Tanaka	4. 巻 4
2. 論文標題 Discovering Latent Threads in Entity Histories	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Data Science and Engineering (DSE), Springer	6. 最初と最後の頁 336-351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41019-019-00108-x	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 Yusuke Nakano, Hiroaki Ohshima, Yusuke Yamamoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Film Genre Prediction Based on Film Content and Screenplay Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 iiWAS2019: Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services	6. 最初と最後の頁 151-155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3366030.3366100	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 Suppanut Pothirattanachaiikul, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto, Masatoshi Yoshikawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Analyzing the Effects of Document's Opinion and Credibility on Search Behaviors and Belief Dynamics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CIKM '19: Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management	6. 最初と最後の頁 1653-1662
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3357384.3357886	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 Kosuke Kurihara, Yoshiyuki Shoji, Sumio Fujita, Martin J. Durst	4. 巻 -
2. 論文標題 Target-Topic Aware Doc2Vec for Short Sentence Retrieval from User Generated Content	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of The 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services,	6. 最初と最後の頁 463-467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3366030.3366126	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 Fumiaki Saito, Yoshiyuki Shoji, Yusuke Yamamoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Highlighting Weasel Sentences for Promoting Critical Information Seeking on the Web	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 20th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2019), LNCS 11881, Springer	6. 最初と最後の頁 424-440
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-34223-4_27	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 Katsurou Takahashi, Kilho Shin, Hiroaki Ohshima	4. 巻 -
2. 論文標題 Genereting Anthropomorphism of Subject and Verb by Transformation Matrix	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019)	6. 最初と最後の頁 593-597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3366030.3366096	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 Wiradee Imrattana-trai, Makoto P. Kato, Katsumi Tanaka, Masatoshi Yoshikawa	4. 巻 101-D(9)
2. 論文標題 Entity Ranking for Queries with Modifiers Based on Knowledge Bases and Web Search Results	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions	6. 最初と最後の頁 2279-2290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2017EDP7372	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 Bei Liu, Jianlong Fu, Makoto P. Kato, Masatoshi Yoshikawa	4. 巻 ISBN: 978-1-4503-5665-7
2. 論文標題 Beyond Narrative Description: Generating Poetry from Images by Multi-Adversarial Training	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 26th ACM international conference on Multimedia	6. 最初と最後の頁 783-791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3240508.3240587	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 Katsuro Takahashi and Hiroaki Ohshima	4. 巻 ISBN 978-1-5386-7789-6
2. 論文標題 Transitivity of Transformation Matrices to Bridge Word Vector Spaces Over Time	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BIGCOMP.2019.8679169	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 Yating Zhang, Adam Jatowt, Sourav S Bhowmick, Yuji Matsumoto	4. 巻 ISBN 978-1-4503-5940-5
2. 論文標題 ATAR: Aspect-based Temporal Analog Retrieval System for Document Archives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The 12th International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM 2019)	6. 最初と最後の頁 762-765
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3289600.3290613	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 Yijun Duan, Adam Jatowt	4. 巻 ISBN: 978-1-4503-5940-5
2. 論文標題 Across-Time Comparative Summarization of News Articles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The 12th International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM 2019)	6. 最初と最後の頁 735-743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3289600.3291008	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 Adam Jatowt, Ricardo Campos, Sourav S. Bhowmick, Nina Tahmasebi, Antoine Doucet	4. 巻 ISBN: 978-1-4503-6014-2
2. 論文標題 Every Word has its History: Interactive Exploration and Visualization of Word Sense Evolution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of The 27th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2018)	6. 最初と最後の頁 1899-1902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3269206.3269218	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 Suppanut Pothirattanachai, Takehiro Yamamoto, Sumio Fujita, Akira Tajima, Katsumi Tanaka and Masatoshi Yoshikawa	4. 巻 26
2. 論文標題 Mining Alternative Actions from Community Q&A Corpus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 427-428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsjjip.26.427	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 Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Sumio Fujita	4. 巻 ISBN: 978-1-4503-6014-2
2. 論文標題 Exploring People's Attitudes and Behaviors Toward Careful Information Seeking in Web Search	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 27th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2018)	6. 最初と最後の頁 963-972
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3269206.3271799	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 Yoshiyuki Shoji, Katsuro Takahashi, Martin Martin J. Durst, Yusuke Yamamoto and Hiroaki Ohshima	4. 巻 11186
2. 論文標題 Location2Vec: Generating Distributed Representation of Location by Using Geotagged Microblog Posts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Social Informatics (SocInfo 2018), LNCS, Springer	6. 最初と最後の頁 261-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-01159-8_25	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2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Wiradee Imrattanatrai, 加藤 誠, 吉川 正俊
2. 発表標題 ゼロショット学習によるテキストからのエンティティプロパティ同定
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 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 (DEIM2019)
4. 発表年 2019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	加藤 誠 (Kato Makoto) (00646911)	筑波大学・図書館情報メディア系・准教授 (12102)	
研究分担者	莊司 慶行 (Shoji Yoshiyuki) (30783039)	青山学院大学・理工学部・助教 (32601)	
研究分担者	山本 祐輔 (Yamamoto Yusuke) (50625431)	静岡大学・情報学部・准教授 (13801)	
研究分担者	角谷 和俊 (Sumiya Kazutoshi) (60314499)	関西学院大学・総合政策学部・教授 (34504)	
研究分担者	山本 岳洋 (Yamamoto Takehiro) (70717636)	兵庫県立大学・社会情報科学部・准教授 (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	大島 裕明 (Ohshima Hiroaki) (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	A d a m J a t o w t (Adam Jatowt) (00415861)	京都大学・情報学研究科・特定准教授 (14301)	

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